

Reorganização do departamento de manutenção numa indústria de injeção de plásticos

André Filipe Lopes Costa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil Costa



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2018-01-22

À minha Família e à avó Júlia

Resumo

Este projecto foi desenvolvido na empresa Inoveplastika-Inovação e Tecnologia em Plásticos, S.A. localizada em Barcelos, cujo ramo de negócios principal é o fabrico por injeção de componentes técnicos em plástico. O tema abordado foi a reorganização do departamento de manutenção, devido à falta de acompanhamento do crescimento do setor de manutenção em relação ao crescimento da empresa.

As dificuldades iniciais do departamento de manutenção conduziram à inevitável mudança de instalações, tendo fatores como a falta de espaço para o armazenamento dos moldes, a falta de condições para a execução de intervenções eficazes e a falta de espaço para os técnicos de manutenção de moldes realizarem as tarefas normais de trabalho contribuído para a mudança efetuada.

Para ultrapassar as dificuldades encontradas, foram implementadas medidas com o objetivo de criar/organizar processos do departamento, de reduzir as perdas existentes e de melhorar as condições de trabalho. O objetivo final consistiu em dar suporte à produção para produzir peças em condições excelentes.

A curto prazo foram perceptíveis as melhorias implementadas no armazenamento dos moldes, que no início era executado em paletes no chão. No final do projeto os moldes estão armazenados em estantes com quadro móvel aumentando o número de moldes por metro quadrado devido ao ganho em altura. Outra medida com resultados visíveis foi a catalogação das peças de substituição e consumíveis reduzindo drasticamente as perdas iniciais presentes no dia-a-dia dos técnicos de moldes quando eram necessários componentes dos moldes.

A médio/longo prazo será notória a diminuição do número de avarias, devido ao natural ajustamento do plano de manutenções preventivas implementado, a melhoria nos indicadores de gestão da manutenção e ao aumento de produtividade dos técnicos de manutenção de moldes resultante das condições criadas, tais como uma estação de limpeza por ultrassons, uma bancada de ajustamentos e zona de limpeza, entre outras, para melhorar as intervenções realizadas e proporcionar um melhor serviço de suporte à produção.

Os objetivos estipulados no início do projeto foram concluídos com sucesso, existindo um *feedback* positivo das pessoas relacionadas com o projeto. O cumprimento do requisito de clientes relativamente à proteção dos meios produtivos, a reorganização dos processos do departamento, particularmente o planeamento da manutenção preventiva, a determinação de indicadores como o MTTR e o MWT são resultados que exprimem o sucesso do projeto.

Reorganization of the maintenance department in a plastic injection industry

Abstract

This project was developed in the company Inoveplastika-Inovação e Tecnologia em Plásticos, S.A. located in Barcelos, whose main line of business is the production of technical components in plastic through injection. The theme discussed was the reorganization of the maintenance department, due to the lack of growth of the department compared to the growth of the company.

The initial difficulties of the maintenance department led to the inevitable change of facilities, with factors such as the lack of storage space for molds, the lack of conditions to execute effective interventions and the lack of space for mold technicians execute their normal tasks contributed to the change done.

To overcome the difficulties encountered, measures were implemented to create/organize departmental processes, reduce existing losses and improve working conditions. The final goal was to support production to produce parts in excellent condition.

In the short term, the improvements implemented in the storage of molds, which in the beginning were stored on pallets on the floor, were perceptible. At the end of the project the molds are stored in movable frame racks increasing the number of molds per square meter due to the gain in height. Another measure with visible results was the cataloging of spare parts and consumables drastically reducing the initial losses present in the day to day of mold technicians when mold components were needed.

In the medium/long term, will be noticeable the decrease in the number of failures due to the natural adjustment of the preventive maintenance plan implemented, the improvement in the maintenance management indicators and the increase of the productivity of the mold technicians resulting from the conditions created, such as an ultrasonic cleaning station, a bench of adjustments and a cleaning area, among others, to improve the interventions carried out and to provide a better service of support to the production.

The objectives stipulated at the beginning of the project were completed successfully, with positive feedback from the people related to the project. Compliance with the requirement of customers for the protection of productive means, reorganization of departmental processes, particularly preventive maintenance planning, determination of indicators such as MTTR and MWT are results that express the success of the project.

Agradecimentos

A todas as pessoas da empresa Inoveplastika que estiveram diretamente envolvidas no trabalho realizado ou que de alguma forma contribuíram para o seu sucesso.

Ao Engenheiro Nelson Maia pela orientação prestada e pela disponibilidade para resolução dos problemas relacionados com o projeto.

Ao Professor Eduardo José Rego Gil Costa, orientador na FEUP, pelo seu contributo na realização da dissertação.

A todos os amigos e família que me acompanharam e apoiaram durante todo o meu percurso académico.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto.....	1
1.2	Apresentação da Inoveplastika-Inovação e Tecnologia em Plásticos, S.A.	2
1.3	Objetivos do projeto	3
1.4	Método seguido no projeto.....	3
1.5	Estrutura da dissertação	4
2	Enquadramento Teórico.....	5
2.1	Manutenção	5
2.1.1	Tipos de manutenção	6
2.1.2	Indicadores de desempenho da manutenção	8
2.2	Layout	10
2.2.1	Layout fabril	11
2.2.2	Layout de armazém	13
2.3	Produção <i>Lean</i>	15
2.3.1	Princípios básicos.....	16
2.3.2	Eliminação de desperdícios	16
2.4	Ferramentas <i>Lean</i>	18
2.4.1	PDCA.....	18
2.4.2	Diagrama <i>spaghetti</i>	19
2.4.3	Gráfico de Pareto.....	20
2.4.4	5 S	20
2.4.5	Gestão visual	21
3	Situação inicial	22
3.1	Injeção de plástico	22
3.1.1	Processo de moldação por injeção.....	22
3.1.2	O Molde	23
3.1.3	A Máquina de injeção	24
3.2	Departamento de manutenção.....	25
3.2.1	Layout.....	26
3.2.2	Recursos humanos.....	27
3.2.3	Formação dos técnicos de manutenção de moldes.....	28
3.2.4	Catologação e organização de peças de substituição e consumíveis	28
3.2.5	Máquinas ferramenta	29
3.2.6	Requisitos de armazenamento de moldes.....	30
3.2.7	Planeamento da manutenção preventiva.....	30
3.2.8	Análise de informação e de indicadores (KPI)	31
4	Solução proposta	32
4.1	Layout	33
4.1.1	Armazenamento de moldes e acessórios	33
4.1.2	Bancadas de manutenção	36
4.1.3	Estação de limpeza por ultrassons	36
4.1.4	Zona de reparações eletrónicas, soldadura e ajustamentos mecânicos.....	36
4.1.5	Área de lavagem de moldes, equipamentos e periféricos	37
4.2	Recursos humanos e formação dos técnicos de manutenção de moldes.....	37
4.3	Cadastro, catalogação e organização de peças de substituição e consumíveis	37
4.4	Máquinas ferramenta	39
4.5	Requisitos de armazenamento de moldes	40
4.6	Planeamento da manutenção preventiva	40
4.7	Análise de informação e de indicadores (KPI)	41

4.7.1	Análise Pareto das causas de manutenções corretivas.....	41
4.7.2	Horas manutenções corretivas versus manutenções preventivas	43
4.7.3	Indicadores MWT e MTTR	44
4.7.4	Tempo Médio de Intervenção Preventivas por cliente	45
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	46
	Referências	48
	ANEXO A: Layout inicial do departamento de manutenção	50
	ANEXO B: Checklist de manutenção moldes.....	51
	ANEXO C: Ficha de intervenção.....	52
	ANEXO D: Layout final.....	53
	ANEXO E: Caderno de seguimento da manutenção dos meios de produção	54
	ANEXO F: Caderno de seguimento da manutenção dos meios de produção (seguimento vida do molde)	55

Índice de Ilustrações

Figura 1 - Clientes da Inoveplastika (Inoveplastika: plano estratégico de negócios 2017-2021).	2
Figura 2 – Classificação das classes e subclasses constituintes da Manutenção (adaptado de NP EN 13306, 2007).	7
Figura 3 – Seis grandes perdas e respetivos índices (Fonte: Tajiri e Gotoh, 1992).	9
Figura 4 – Eficácia Global de Equipamento (Fonte: Tajiri e Gotoh, 1992).	10
Figura 5 – Ilustração de armazenamento baseado em classes (Fonte: de Koster, Le-Duc, e Roodbergen, 2007).	15
Figura 6 - Ciclo PDCA (adaptado de https://totalqualitymanagement.wordpress.com/2009/02/25/deming-cycle-the-wheel-of-continuous-improvement).	18
Figura 7 - Exemplo de um diagrama spaghetti (Fonte: George, Michael L et al, 2004).	19
Figura 8 - Exemplo de um gráfico de Pareto (Fonte: George, Michael L et al, 2004).	20
Figura 9 - Ciclo de injeção de plástico (adaptado de Goodship, 2004).	23
Figura 10 – Constituintes de um molde (adaptado de https://www.alibaba.com/product-detail/plastic-injection-moulding-machine-with-price_60061594617.html n.d.)	24
Figura 11 – Constituintes de uma máquina de injeção (adaptado de https://www.alibaba.com/product-detail/plastic-injection-moulding-machine-with-price_60061594617.html n.d.)	25
Figura 12 - Exemplificação do tipo de armazenamento dos moldes	27
Figura 13 - Exemplificação do armazenamento das peças de substituição	29
Figura 14 - Estantes para armazenamento de moldes.	34
Figura 15 - Antes e depois do armazenamento de mãos presas	35
Figura 16 - Organização dos parafusos e pernos	38
Figura 17 - Organização dos postigos	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Identificação de problemas e respectivas causas	26
Tabela 2 - Contramedidas implementadas.....	32
Tabela 3 - Tipos de falhas nos moldes	42
Tabela 4 - Horas de intervenções	43
Tabela 5 - Indicadores por tipo de intervenção	44
Tabela 6 - Tempo médio de intervenção preventiva por cliente	45

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada em ambiente empresarial no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Este capítulo é constituído pelo enquadramento do projeto, seguida da apresentação e enquadramento da empresa, uma breve descrição dos objetivos definidos bem como os métodos de trabalho utilizados. Por fim é também explicado a organização desta dissertação.

1.1 Enquadramento do projeto

Os departamentos de manutenção de qualquer indústria são, cada vez mais, elementos diferenciadores do sucesso das empresas. Um departamento de manutenção que seja eficaz e eficiente, onde os planos de manutenção preventiva existam e sejam cumpridos, proporciona condições de produção completamente diferentes de uma empresa, que até pode ter equipamentos eficientes e evoluídos tecnologicamente, mas onde este setor não tem a preponderância que deve ter.

O desenvolvimento do projeto “Reorganização do departamento de manutenção numa indústria de injeção de plásticos” ocorreu no departamento de manutenção da empresa Inoveplastika.

Este departamento encarrega-se de assegurar que as ferramentas (moldes e acessórios de molde), as máquinas de injeção, os equipamentos, os periféricos, as instalações e o edifício mantêm um bom estado de condição, estando aptos para funcionarem e garantirem a qualidade do produto fabricado, com a máxima eficiência e reunindo todas as condições de segurança.

A Inoveplastika é uma empresa que evoluiu e cresceu bastante nos últimos anos, o que se traduziu num aumento de vendas, num crescimento no número de colaboradores e clientes e, por consequência, num aumento de volume de trabalho. Face a este crescimento, foi necessário iniciar um projeto de reorganização do departamento de manutenção.

O foco do projeto consistiu em:

- combater as ineficiências que levaram a uma falta de capacidade produtiva;
- diminuir o número de incidências de manutenção, que levaram a uma elevada rotatividade não planeada dos moldes de injeção;
- melhorar os índices de manutenção e sustentar o crescimento do parque de máquinas de injeção.

1.2 Apresentação da Inoveplastika-Inovação e Tecnologia em Plásticos, S.A.

A empresa Inoveplastika foi fundada em 2005 e desde então encontra-se localizada em Barcelos. O principal ramo de negócio é o fabrico por injeção de componentes técnicos em plástico sendo o mercado alvo o setor automóvel. A empresa possui uma carteira de 56 clientes (Figura 1), distribuídos por 21 mercados, e destina 100% da sua produção aos mercados externos (Espanha, Alemanha, China, Polónia, México, Inglaterra, França, Brasil, EUA, Suécia, entre outros).



Figura 1 - Clientes da Inoveplastika (Inoveplastika: plano estratégico de negócios 2017-2021).

A Inoveplastika dedica-se à fabricação por injeção de componentes técnicos em plástico, fornecendo as peças aos seus clientes, que procedem à montagem e posterior venda ao setor automóvel. O mercado onde atua é extremamente concorrencial, pois implica a utilização de tecnologia de ponta para o desenvolvimento de produtos que primem pela qualidade e inovação, sendo essencial que qualquer empresa neste contexto tenha capacidade de estar sempre na vanguarda tecnológica para se manter competitiva, de modo a inovar na oferta.

Missão: “Tornarmo-nos uma empresa de referência, através da orientação para o cliente, melhoria dos processos, eliminação contínua de desperdícios e diminuição de produção rejeitada, centrando as nossas energias e esforços unicamente nas atividades que adicionam valor ao produto e ao serviço. Continuar a aumentar a satisfação dos nossos clientes, bem como a satisfação a nível interno e o desenvolvimento das capacidades pessoais dos nossos funcionários. Reforçar a liderança do mercado, proporcionando os melhores produtos, serviços e qualidade a preços competitivos, respeitando o meio ambiente, saúde e segurança no local de trabalho” (Fonte: Inoveplastika - Plano estratégico de negócios 2017-2021).

Visão: “Conquistar uma posição concorrencial superior, através da introdução de produtos com grande valor acrescentado que permitem satisfazer e exceder os requisitos e expectativas dos clientes” (Fonte: Inoveplastika - Plano estratégico de negócios 2017-2021).

A Inoveplastika encontra-se equipada para fornecer as tradicionais peças de plástico, competindo também no mercado das peças funcionais, estéticas e de segurança. Também desenvolve componentes estruturais e decorativos de interior do veículo, tais como peças complexas, multicompetente, marcação laser, pintura, híbrida (metal/plástico) e montagens.

1.3 Objetivos do projeto

O principal objetivo deste projeto consistiu na reorganização do departamento de manutenção de uma indústria de injeção de plásticos.

Os objetivos do projeto são os seguintes:

- Diminuição do MWT em 10% em 6 meses;
- Diminuição do MTTR em 5% em 6 meses;
- Aumento da taxa de cumprimento do plano de manutenção preventiva para 85% em 12 meses;
- Cumprimento do requisito do cliente relativamente à proteção dos seus meios produtivos (plano de contingência - proteção antifogo);
- Reorganização dos processos do departamento;
- Reorganização da informação do departamento.

1.4 Método seguido no projeto

O projeto foi realizado seguindo vários métodos de trabalho, podendo ser dividido em duas fases distintas:

1. a análise da situação inicial (Plan - PDCA);
2. a implementação das melhorias propostas (Do - PDCA).

Na primeira fase foi executada uma análise do ponto de situação em que a empresa se encontrava, nomeadamente do departamento da manutenção, e foi feito um levantamento e registo dos problemas existentes.

Nesta fase foram abordados tópicos como: a identificação de problemas e oportunidades de melhoria, levantamento inicial do layout físico do departamento, identificação dos locais de armazenamento de itens com maior frequência de utilização, foi realizado um inventário inicial de peças de substituição e consumíveis, e com recurso a um diagrama *spaghetti* verificaram-se as deslocações e rotas dos técnicos de manutenção.

Na segunda fase foi realizado um estudo intensivo aos problemas identificados, sendo implementadas melhorias focadas no aperfeiçoamento das condições de trabalho dos técnicos de manutenção, tentando melhorar todas as ações realizadas. Nesta fase foi também implementada a monitorização de indicadores de desempenho do departamento de manutenção, foi definido e implementado um novo layout do departamento, foi executada uma melhoria na gestão de peças de substituição e consumíveis, como também a reorganização física do armazém de moldes, identificação das localizações e desenvolvimento de uma base de dados. Foram também apresentadas à gestão propostas de melhorias com o objetivo de melhorar e rentabilizar o departamento de manutenção.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação divide-se em 5 principais capítulos, que por sua vez, estão também eles divididos por subcapítulos.

Neste primeiro capítulo foi feita uma breve introdução da empresa, apresentando o ramo de atividade e os seus produtos, bem como os objetivos e os métodos seguidos neste projeto.

No segundo capítulo, é realizado um enquadramento teórico explicando os conceitos necessários para uma melhor compreensão do projeto. A partir de toda a informação explicada neste capítulo foi possível estruturar o problema, permitindo interligar os conceitos teóricos adquiridos durante o percurso académico e o projeto a realizar.

No terceiro capítulo é feita uma caracterização da situação inicial do departamento onde o projeto foi realizado, apresentando os problemas identificados e as oportunidades de melhorias encontradas.

No quarto capítulo são apresentadas as soluções propostas e implementadas, sendo expostas as melhorias conseguidas e os resultados atingidos. Neste capítulo é também estabelecida uma ligação com os temas abordados no Enquadramento Teórico.

Finalmente, no quinto capítulo, são apresentadas as principais conclusões do projeto realizado, bem como as perspetivas para trabalhos futuros a serem realizados.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo é efetuada a abordagem teórica do conceito de Manutenção, sendo apresentada a definição de Manutenção segundo diferentes Normas e Autores, os tipos de manutenção existentes e os indicadores associados. Posteriormente é apresentado o conceito de Layout onde são especificados os dois grandes tipos, o Layout fabril e o de armazém. Por último, são apresentados conceitos *Lean*, focando na vertente da produção e posteriormente nas suas ferramentas.

2.1 Manutenção

De acordo com a NP EN 13306 (2007), manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida”.

Segundo Arslankaya e Atay (2015), manutenção é definida como todas as ações técnicas tomadas para proteger ou preservar uma peça ou equipamento, com o objetivo dessa mesma peça ou equipamento cumprir as suas funções requeridas dentro da vida útil esperada. Pode também ser definida como todas as atividades destinadas a manter os equipamentos de apoio à produção, e outras entidades, num estado que permita suportar os objetivos de uma empresa e garantir que funcionam com a produtividade esperada e nas condições esperadas.

Muitos dos departamentos de manutenção continuam a priorizar a rapidez de reação numa falha catastrófica ou numa interrupção de produção, em vez de privilegiar a capacidade de prever estas situações.

Ao contrário da opinião geral, o papel de manutenção numa organização não é resolver uma avaria num curto espaço de tempo, mas sim prevenir todas as perdas que estão associadas a avarias inesperáveis. A missão do departamento de manutenção numa organização passa por alcançar e sustentar o seguinte:

- Excelente disponibilidade de produção: a capacidade de produção de uma organização industrial é parcialmente determinada pela disponibilidade da produção e pelos equipamentos auxiliares. A principal função do departamento de manutenção é assegurar que todas as máquinas, equipamentos e sistemas dentro da fábrica estão sempre funcionais e em boas condições de operação;
- Condições distintas de operação: a disponibilidade das máquinas críticas não é suficiente para avaliar o desempenho de uma fábrica. O departamento de manutenção deve manter todas as máquinas, equipamentos e sistemas ligados à produção continuamente em excelentes condições de operação. Mesmo problemas de menor importância podem resultar em produtos de qualidade inferior, redução de tempos de produção ou outros fatores que limitam o desempenho geral da fábrica;
- Máxima utilização dos recursos de manutenção: o departamento de manutenção controla uma parte substancial do orçamento total de operações na maior parte das indústrias. Adicionalmente, o gestor da manutenção controla o inventário de peças de substituição, autoriza o uso de fornecedores externos e utiliza um enorme orçamento em peças reparadas ou equipamentos reparados. Portanto, um dos objetivos do departamento deve ser o uso correto destes recursos;

- Aumento da vida útil do equipamento: uma das formas de reduzir os custos de manutenção é aumentar a vida útil dos equipamentos/máquinas. Devem ser implementados planos de manutenção, cujo objetivo passe por esse aumento da vida útil;
- Inventário de peças de substituição mínimo: reduções no inventário de peças de substituição devem ser um grande objetivo da manutenção. No entanto, essa redução não pode interferir com a habilidade de cumprir os objetivos iniciais acima descritos. Com a tecnologia da manutenção preditiva, que está disponível nos dias de hoje, é possível antecipar a necessidade de equipamentos específicos ou partes necessárias, muito antes de estas serem realmente necessárias no dia-a-dia;
- Capacidade de reação rápida: não se conseguem evitar todas as avarias. Portanto, o departamento de manutenção deve ser capaz de reagir rapidamente a uma falha inesperada (Mobley, 2002).

2.1.1 Tipos de manutenção

Quando é analisada a bibliografia sobre esta área é perceptível a existência de diversas classificações perante os tipos de manutenção. No entanto, é possível distinguir duas classes principais: Manutenção Não Planeada e Manutenção Planeada.

Segundo Arslankaya e Atay (2015), a Manutenção Não Planeada é, como o nome indica, todo o tipo de intervenções realizadas depois da deteção de uma avaria, ou seja, algo que não estava projetado a ser realizado. É uma metodologia mais praticada em fábricas onde os equipamentos/máquinas da produção têm um largo número de substitutos e que esses mesmos equipamentos/máquinas não são essenciais e podem ser facilmente reparados com um baixo custo associado. Os custos totais de manutenção e reparação associados são baixos.

A Manutenção Planeada integra todo o tipo de intervenções efetuadas com o devido planeamento. Muitos problemas e avarias são determinados durante manutenções planeadas e os custos finais desta política são baixos. Estas são as vantagens obtidas desta metodologia:

- Minimiza paragens e reduz possíveis avarias e custos de produção;
- Aumenta o rendimento de uma empresa e reduz gastos energéticos;
- Ajuda com a extensão da vida útil da máquina /equipamento;
- Minimiza inventários de material e peças de substituição.

Os objetivos das atividades de Manutenção Planeada numa empresa são os seguintes:

- Reduzir os custos de produção e aumentar o rendimento e qualidade dos produtos;
- Assegurar a continuidade de produção reduzindo as paragens nas máquinas/equipamentos;
- Assegurar a realização do planeamento da produção;
- Assegurar o aumento da taxa de disponibilidade;
- Estender o tempo de vida útil de qualquer unidade, máquina ou equipamento e consequentemente assegurar que os investimentos em melhorias traduzem um aumento no rendimento;
- Fornecer segurança às pessoas que utilizam qualquer máquina ou equipamento;
- Reduzir custos de manutenção e reparação.

Contudo, considerando a classificação utilizada pela NP EN 13306 (2007), podemos dividir a Manutenção em duas classes, a Manutenção Preventiva e a Manutenção Corretiva, e estas subdividem-se em diferentes subcategorias, como pode ser observado na Figura 2.

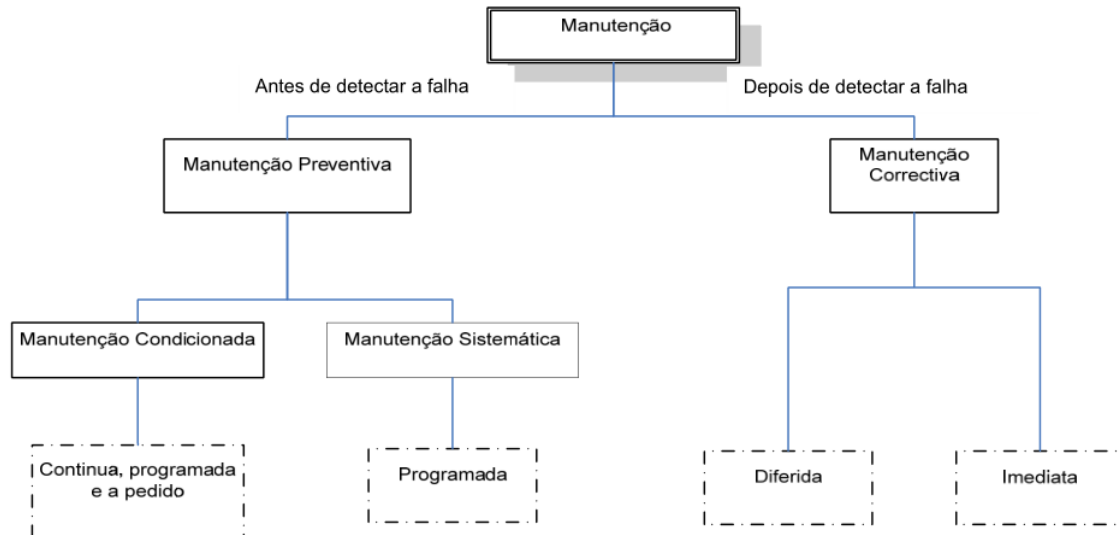


Figura 2 – Classificação das classes e subclasses constituintes da Manutenção (adaptado de NP EN 13306, 2007).

De acordo com a NP EN 13306 (2007), a manutenção preventiva é “efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem”. Já Palmer (2004), descreve a manutenção preventiva como a atividade de manutenção repetida com uma frequência predeterminada. Essa frequência pode ser baseada no tempo ditado pelo calendário ou dependendo de outras ocorrências, como horas de serviço ou números de arranques. A manutenção preventiva reduz ou previne avarias e o ajuste do plano de manutenção preventiva de intervenções envolve um balanço entre trabalho excessivo e o aparecimento de avarias.

A manutenção corretiva, em conformidade com a NP EN 13306 (2007), é a “manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida”. Porém, Mobley (2002) considera que a manutenção corretiva vai estar sempre presente em qualquer indústria, uma vez que reparações vão ser sempre necessárias. As melhorias das intervenções da manutenção, juntamente com a implementação da manutenção preventiva, podem reduzir esta necessidade de correções de emergência. A resolução de problemas e o seu diagnóstico são as atividades que mais tempo consomem. Quando o problema é óbvio, normalmente consegue ser solucionado facilmente, mas avarias intermitentes e defeitos escondidos consomem mais tempo no seu diagnóstico, pois apenas quando são detetadas podem ser isoladas e depois corrigidas.

A manutenção sistemática é uma “manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização mas sem controlo prévio do estado do bem”(NP EN 13306, 2007).

A manutenção programada é uma “manutenção preventiva efetuada de acordo com um calendário pré-estabelecido ou de acordo com um número definido de unidades de utilização”.

A manutenção condicionada é uma “manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes”.

A manutenção preditiva é uma “manutenção condicionada efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem”.

A manutenção diferida é uma “manutenção corretiva que não é efetuada imediatamente depois da deteção de um estado de falha, mas que é retardada de acordo com regras de manutenção determinadas” (NP EN 13306, 2007).

2.1.2 Indicadores de desempenho da manutenção

Hoje em dia, devido ao ambiente empresarial presente em todo mercado industrial, qualquer vantagem possível é adquirida e bem vista pelas empresas. As empresas tendem a implementar ferramentas e técnicas de melhoria em que muitas delas estão a mudar o foco para existir um melhor aproveitamento dos seus ativos. As empresas apercebem-se que não têm os seus processos consolidados e necessitam de ser mais eficientes e efetivas na utilização dos processos do que a competição.

Este foco competitivo envolve virtualmente todas as partes da organização que tenham um impacto direto no desempenho do ativo. Numa empresa, o departamento que demonstra ter um dos maiores impactos é o departamento de manutenção. Como a função deste departamento possui tanta relevância na condição e na capacidade dos bens, as empresas procuram o melhor método de gestão da manutenção.

Apesar da compreensão sobre a importância da manutenção, as empresas continuam a não alcançar uma gestão de manutenção efetiva, isto porque não existe uma correta compreensão da função da manutenção e da falta de desenvolvimento de sistemas de controlo e medida para a mesma (Wireman, 2005).

Segundo a NP EN 15341 (2009), um indicador é uma “característica medida (ou conjunto de características) de um fenómeno, de acordo com uma fórmula específica que avalia a sua evolução”. A partir dos indicadores e dos seus dados é possível:

- Medir um estado;
- Avaliar o desempenho;
- Comparar os desempenhos;
- Identificar os pontos fortes e fracos;
- Controlar o progresso e modificações ao longo do tempo.

Os indicadores mais utilizados para avaliar o desempenho de um departamento de manutenção são: MTBF (*Mean Time Between Failure*), MTTR (*Mean Time To Repair*), MWT (*Mean Waiting Time*) e OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

O Tempo Médio Entre Avarias (*Mean Time Between Failure*) é um indicador focalizado em componentes que pertencem a equipamentos críticos. O cálculo é feito através do quociente entre o número de avarias pelo número total de horas de produção. O rácio resultante pode tender ao longo do tempo para mostrar o nível de melhoria. Trata-se de um indicador que auxilia a destacar o impacto das manutenções preventivas nas falhas dos equipamentos. O uso do indicador é vantajoso para tornar efetivo o planeamento das intervenções. Quanto maior o MTBF mais efetivo é o plano, por outro lado, quanto menor for o MTBF mais ajustes serão necessários no plano (Wireman, 2005).

O Tempo Médio Para Reparar (*Mean Time To Repair*) é um indicador fundamental para qualquer departamento de manutenção na medida em que é através dele que é possível analisar se um departamento de manutenção funciona corretamente. Este indicador exprime, em média, o tempo necessário para uma intervenção, sendo então o quociente entre o tempo total utilizado em intervenções pelo número total de avarias/intervenções. De acordo com a NP EN 15341 (2009), o tempo de reparação consiste em “parte do tempo da manutenção corretiva ativa, durante a qual uma reparação é realizada sobre um bem”.

O Tempo Médio de Espera (*Mean Waiting Time*) representa as condições de resposta a intervenções do departamento de manutenção, traduzindo-se no tempo de reação da manutenção a uma falha/avaria. Este indicador corresponde ao quociente entre o tempo total de espera pelo número total de avarias.

O termo OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) significa Eficácia Global de Equipamento e, na prática, este conceito é utilizado para avaliar a eficácia de um processo de produção. Sendo que, esta avaliação não é considerada absoluta, e por isso, é aplicada para identificar possíveis melhorias num processo.

A relação entre as perdas existentes e a eficácia dos equipamentos é claramente definida tanto na qualidade dos produtos como na disponibilidade dos equipamentos. Na análise dos fatores que reduzem o OEE, as grandes perdas são categorizadas em seis tipos, como ilustrado na Figura 3.

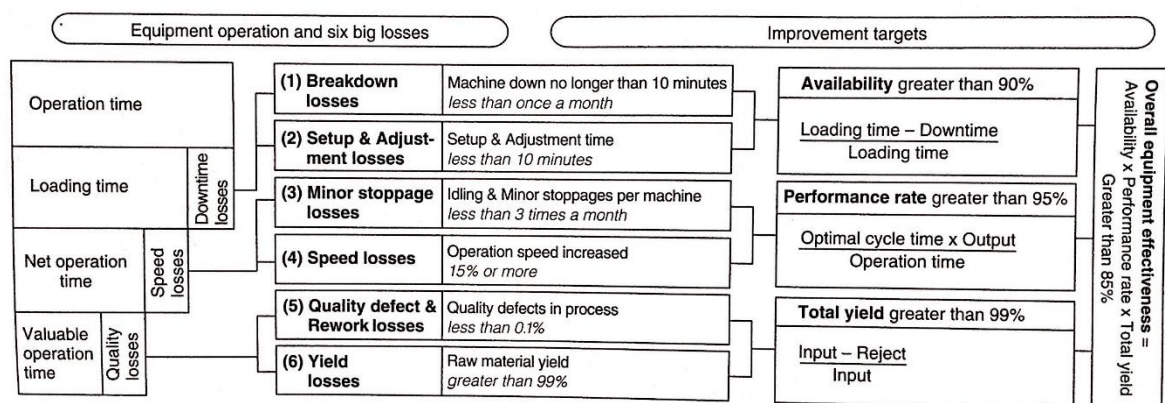


Figura 3 – Seis grandes perdas e respetivos índices (Fonte: Tajiri e Gotoh, 1992).

1. Perdas por avarias são causadas por defeitos nos equipamentos que requerem um tipo de reparação, dado que estas perdas consistem no tempo inativo durante a reparação. Este caso é medido pelo tempo de inatividade;
2. *Setup* e perdas por ajustes são causados por mudanças nas condições de produção, como o começo de uma operação ou mudanças de turno. Estas perdas consistem em tempos de inatividade, *setup*, reinício e ajustes. Este caso também é medido pelo tempo de inatividade;
3. Perdas por pequenas paragens são causadas por pequenas paragens de produção. Quando os operadores não conseguem corrigir estas paragens num tempo designado (normalmente 10 minutos), muitas empresas registam estas paragens como avarias, apesar de não existirem danos nos equipamentos, como forma de dar importância à situação;
4. Perdas de velocidade são causadas pela perda de velocidade de produção. Os equipamentos não conseguem produzir à velocidade normal ou teórica de produção.

As elevadas velocidades de operação originam frequentes erros de qualidade e pequenas paragens, sendo frequente a utilização dos equipamentos a uma velocidade moderada. Perdas de produção são medidas através do rácio entre a velocidade de produção teórica e real;

5. Defeitos de qualidade e perdas por retrabalho são causados por produtos fora dos requisitos ou defeitos de produção, obtidos durante uma produção normal. Estes produtos podem ser rejeitados ou retrabalhados. As perdas consistem no retrabalho do produto e nos custos do material rejeitado. São medidos através do rácio qualidade de produto pela produção total.
6. Perdas de rendimento são causadas por matéria prima inutilizada ou desperdiçada e são exemplificados pela quantidade de rejeições e sucata. As perdas de rendimento são divididas em dois grupos: perdas devido à matéria prima resultantes do design do produto, métodos de produção e restrições dos equipamentos, ou perdas por ajustamentos resultantes de defeitos de qualidade associados a estabilização de condições de produção ou o arranque de produções.

Estas seis grandes perdas são representadas em três índices. Índice de disponibilidade, índice de desempenho e índice de qualidade, que multiplicados entre si permitem calcular o OEE, como é possível verificar na Figura 4.

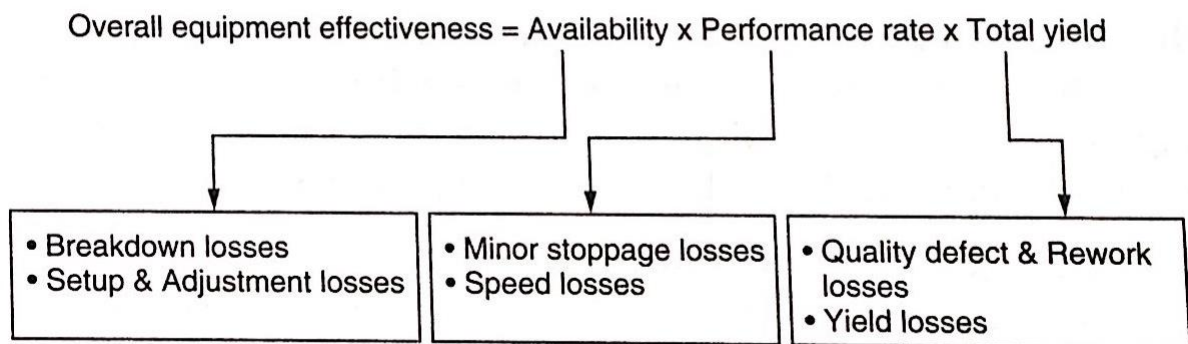


Figura 4 – Eficácia Global de Equipamento (Fonte: Tajiri e Gotoh, 1992).

O OEE é considerado um indicador de elevada importância para qualquer organização. Permite quantificar e definir com precisão vários níveis de produtividade, expondo assim as perdas que não eram identificadas, sendo que muitas delas nem tinham importância para a produção, ficando então expostas e identificadas para serem diminuídas. Com a deteção destas perdas, o grande objetivo será a eliminação das mesmas sendo para qualquer empresa uma prioridade (Tajiri e Gotoh, 1992).

2.2 Layout

O layout de qualquer instalação industrial consiste na disposição de todos os equipamentos e na interação entre eles num determinado espaço, sendo estes necessários para a produção de um produto ou prestação de um serviço.

A disposição dos diversos equipamentos na área da fábrica tem uma repercussão significativa nos custos de produção, inventário em curso, *lead times* (tempo de aprovisionamento) e na produtividade. Um posicionamento adequado e planeado contribui para a melhoria da eficiência das operações realizadas podendo reduzir até 50% dos custos totais das operações. Nas últimas décadas, os estudos acerca desta área têm aumentado uma vez que as simulações do layout permitem medir e classificar o desempenho dos possíveis layouts, comprovando

que o planeamento tem um papel fundamental neste processo (Drira, Pierreval e Hajri-Gabouj, 2007).

2.2.1 Layout fabril

Um processo com grande impacto no fluxo de produção e que pode conduzir a melhorias significantes é a conceção do layout e das linhas de produção. A finalidade no planeamento do layout é a eliminação de todas as operações que não acrescentem valor ao processo de transporte, controlo e espera, sendo o foco do planeamento evidenciar as operações de valor acrescentado.

Deste modo, existem dois tipos de layout: o layout funcional e o layout focado no processo. No primeiro, as máquinas são agrupadas por função, isto é, todas as máquinas que realizam a mesma tarefa são agrupadas. Este tipo de layout é caracterizado pela utilização de grandes lotes de produção tentando minimizar o transporte entre estações, o que implica um *WIP* (work in progress – inventário em curso) e consequentemente um *lead time* elevado. O layout focado no processo é planeado com base na sequência de operações e máquinas ao longo de um tapete transportador e, neste caso, o *WIP* e o *lead time* são reduzidos drasticamente. Apesar deste tipo de layout aparentar ter um ótimo fluxo de produção, quando analisado demonstra que entre estações é acumulado algum inventário. Esta situação consiste num sintoma de *muda* (desperdícios) e deve-se ao desequilíbrio entre os tempos de produção de cada estação.

A tentativa de mudança de um layout funcional para um layout focado no processo é uma situação que se verifica frequentemente nas fábricas. Para tal, é necessário existir um correto planeamento do novo layout, desde o número de máquinas/estações por linha, o balanceamento da linha, tempos por máquina/estação, inventário em curso, entre outros. Em muitos dos casos, o número de máquinas e/ou estações necessário para essa transformação pode ser duplicado, no entanto, a realidade é que nesta transformação, quando as empresas calculam o retorno do investimento destas máquinas adicionais, percebem que esse retorno acontece em menos de um ano (Coimbra, 2009).

Os inúmeros problemas de layout variam consoante as características do sistema de produção, sendo vários os fatores e características que claramente diferenciam a natureza dos problemas encontrados: a variedade e volume de produtos, a forma e dimensões das instalações, o sistema de manuseamento de material, o layout em diferentes andares, não respeitar a sequência das linhas de produção e locais de entrada e saída.

O planeamento de um layout tem como foco a variedade de produtos e o volume de produção, existindo quatro tipos de organizações: layout de produto fixo, layout focado no processo, layout focado no produto e layout em célula:

- No layout de produto fixo os produtos são geralmente fixos e os diferentes recursos movem-se para realizar as operações necessárias para o processamento do produto. Este tipo de layout é comum ser encontrado nas indústrias dedicadas a produtos de grande dimensão, como barcos e aviões;
- Um layout focado no processo agrupa instalações com funções similares. Esta organização é normalmente utilizada quando a variedade de produtos é grande;
- O layout focado no produto é utilizado em sistemas com grande volume de produção e pouca variedade de produtos. As instalações são organizadas de acordo com a sequência sucessiva de operações de produção;

- No layout em célula, as máquinas são agrupadas em células para processar tipos de produto intermédio similares, sendo o problema encontrar a melhor disposição entre máquinas em cada célula.

A forma e as dimensões das instalações fazem toda a diferença no layout a escolher. Quanto à forma das instalações são evidentes dois tipos distintos, a regular que normalmente é retangular, e a irregular que por norma é um polígono.

O sistema de manuseamento de material assegura a entrega de material no local apropriado. São vários os equipamentos de manuseamento de material, desde tapetes, veículos guiados automaticamente, a robots. Estima-se que 20 a 50% dos custos de produção devem-se ao manuseamento de produto intermédio, sendo que uma boa coordenação desse manuseamento pode reduzir 10 a 30% desses mesmos custos.

Nos dias de hoje, a construção de uma fábrica numa zona urbana torna-se complexa pela escassez de terrenos extensos e pelos custos elevados dos mesmos. A limitação da zona disponível horizontalmente cria uma necessidade de usar a dimensão vertical da área de produção. O movimento vertical de produto intermédio requer um equipamento que permita o transporte vertical, como um elevador. Neste caso, os problemas de layout devem ser analisados em conjunto, uma vez que os diversos andares são agrupados num layout final.

O desrespeito da sequência da linha de produção é considerado um erro de planeamento de layout que tem um impacto significativo no fluxo de produtos. Quando um produto intermédio de uma estação posterior volta a uma estação anterior na linha de produção, significa que ocorreu um retrocesso de estações. Este tipo de movimentos devem ser minimizados e constituem um problema designado Problema de Formação de Linhas de Produção, que consiste na determinação da ordem das estações que constituem uma linha de produção, a fim de minimizar os movimentos contrários ao fluxo de material. Por outro lado, ultrapassar estações verifica-se quando o produto salta para uma estação posterior sem percorrer a sequência normal da linha de produção.

É fundamental existirem locais de entrada e saída de produto numa indústria, sendo necessário muitas vezes criar zonas de entrada e saída com o objetivo de eliminar qualquer tipo de dúvidas existentes na produção relativamente a localizações de produtos (Drira, Pierreval e Hajri-Gabouj, 2007).

Para se planear e formular um layout é indispensável ter como base determinados objetivos, tais como:

- Garantir a segurança e saúde dos empregados;
- Proporcionar fácil supervisão e manutenção;
- Favorecer a comunicação entre diversas áreas de trabalho;
- Reduzir os custos associados à produção;
- Adaptar-se às limitações das instalações;
- Rentabilizar a mão-de-obra, equipamentos e espaço;
- Alcançar a capacidade de produção.

No processo de planeamento e elaboração de um layout devem ser consideradas certas etapas, tendo em mente alguns ideias. Planear primeiro o todo e posteriormente as partes, como também projetar primeiramente o ideal e então depois o prático. As etapas a seguir são as seguintes:

1. Determinar e estudar o local da implementação;
2. Definir o volume de produção;

3. Escolher a quantidade de equipamentos;
4. Calcular as áreas necessárias na produção;
5. Definir o tipo de layout, tendo em conta o processo e os equipamentos utilizados;
6. Avaliar o layout;
7. Implementar o layout.

A elaboração de um layout é uma atividade multidisciplinar que envolve diversas áreas da empresa e é importante utilizar a experiência de todos os setores na sua elaboração, verificação e determinação de soluções (Martins e Laugeni, 2000).

2.2.2 Layout de armazém

O layout de um armazém de uma instalação industrial é um tema que deve ser abordado cuidadosamente, sendo uma tarefa complexa que está diretamente relacionada a custos ou ganhos, dependendo das decisões tomadas.

Uma das áreas que requer um correto planeamento de espaço é a atividade de armazenamento, sendo este planeamento particularmente crítico pois na verdade este espaço utiliza a maior área de um armazém. O mau planeamento do espaço de armazenamento pode facilmente conduzir a um armazém demasiado grande ou demasiado pequeno relativamente àquilo que é necessário. Pouco espaço de armazenamento conduz a graves problemas operacionais, como perda de stock, material inacessível, más condições do armazém, material danificado, problemas de segurança e pouca produtividade. Por outro lado, demasiado espaço leva à má rentabilização do mesmo, parecendo que todo o espaço é necessário. O resultado é um elevado custo de espaço, construção, equipamento, energia e inventário fora de validade (Tompkins e Smith, 1998).

O armazém é classificado segundo dois tipos, armazém de distribuição ou de produção.

O armazém de distribuição tem como função armazenar os produtos e cumprir com clientes externos ordens tipicamente compostas por um vasto número de produtos. Este tipo de armazéns são muitas das vezes melhorados através do custo-eficiência do *orderpicking* (ordens de trabalho de carga/descarga num armazém). O critério chave neste caso é o máximo rendimento alcançado pelo mínimo investimento e custo operacional.

O armazém de produção tem como função a *stockagem* (armazenamento) de matéria prima, produto em processamento (material intermédio) e produto acabado, associado a um processo de montagem e/ou produção. Matéria prima e produto acabado pode ser armazenado durante longos períodos. O critério chave neste contexto é a capacidade de armazenamento. O principal objetivo no planeamento são os baixos custos operacionais e de investimento. Neste tipo de armazéns, outro critério muito importante é o tempo de resposta. Como este tipo de armazéns apoia linhas de montagem e produções, o tempo de resposta a um pedido tem de ser muito curto para não interferir com o planeamento da produção (Rouwenhorst *et al*, 2000).

Antes de começar o planeamento do layout, é necessário definir os objetivos, que geralmente são os seguintes:

1. Usar o espaço eficientemente;
2. Permitir um manuseamento eficiente do material;
3. Fornecer o armazenamento mais económico relativamente à relação custo de equipamento, uso de espaço, material danificado, trabalho de manuseio e segurança operações;

4. Fornecer máxima flexibilidade para alcançar mudanças nos equipamentos de armazenamento e requisitos de manuseamento;
5. Fazer do armazém um modelo de armazenamento ideal.

A metodologia do planeamento do layout de armazém consiste em dois passos: elaborar uma série de alternativas de layout e avaliar com critério cada alternativa para identificar o melhor layout de armazenamento (Tompkins e Smith, 1998).

O procedimento para alcançar as várias alternativas de layout é o seguinte:

- i. Definir a localização de obstáculos fixos;
- ii. Definir a localização das funções receber e enviar carga;
- iii. Localizar as áreas de armazenamento, incluindo os corredores requeridos;
- iv. Atribuir localizações ao material a ser armazenado;
- v. Repetir o processo para layouts alternativos.

O primeiro passo no planeamento é definir qual o objetivo do armazém, ou seja, os materiais e quantidades a armazenar. Para tal, é necessário elaborar uma lista com o máximo e a média do número de unidades de cada categoria de cada material que irá ser armazenado. Na maioria dos casos, este estudo é realizado pela produção e pelo controlo de inventário.

Uma vez definidos os inventários máximos e médio, é necessário determinar o nível de inventário que vai ser utilizado como base do planeamento de espaço de armazenagem necessário. O nível de inventário planeado depende da filosofia seguida de armazenagem (Tompkins e Smith, 1998).

Existem diversas formas de atribuir produtos a localizações em armazéns. O autor defende cinco tipos de atribuição de armazenamento mais utilizados: armazenamento aleatório, armazenado na localização mais próxima disponível, localizações dedicadas, armazenamento baseado na rotatividade/faturação e por último, armazenamento baseado em classes.

Relativamente ao armazenamento aleatório, a todos os produtos que são recebidos é atribuído aleatoriamente uma localização disponível em todo o armazém. Este método resulta numa maior ocupação e rentabilização do espaço, mas por outro lado existe um maior custo na distância percorrida. Este método resulta apenas num ambiente controlado por computador.

Se os *pickers* puderem escolher a localização de armazenamento, o mais provável é ter um sistema conhecido como armazenagem na localização mais próxima disponível. Como o próprio nome explica, o produto é armazenado na localização mais próxima disponível. Este tipo de armazenamento leva a um armazém onde as prateleiras mais próximas do carregamento estão cheias e começam a ficar mais vazias consoante a distância até ao cais de carga/descarga.

Outra possibilidade de armazenamento do produto é o armazenamento dedicado, e como o nome indica, cada produto tem atribuído uma localização. A grande desvantagem deste sistema é o facto de as localizações serem reservadas e um produto sem stock irá resultar em localizações vazias. Além disso, para cada produto é necessário atribuir espaço suficiente para o máximo inventário possível. Neste caso, o aproveitamento do espaço é menor. A vantagem é a familiarização dos *pickers* com os locais.

Um outro sistema de armazenamento é o armazenamento baseado na rotatividade/faturação. Esta política distribui os produtos na zona de armazenamento consoante a sua faturação/rotatividade. Os produtos com a maior taxa de vendas são localizados nos locais mais acessíveis, normalmente perto do cais de carga/descarga. Produtos com menor rotatividade são colocados mais longe. A grande desvantagem é a variação constante na procura e a frequente mudança na variedade de produtos.

O conceito de armazenamento baseado em classes combina alguns dos métodos mencionados até agora. No controlo de inventário, uma forma clássica de dividir os itens por classes é o método de Pareto, que se traduz no agrupamento em classes de forma que a classe mais movimentada contenha cerca de 20% dos produtos, mas contribui para 80% da faturação. A cada classe é posteriormente atribuída uma zona do armazém e a atribuição de uma localização dentro da área é aleatória. As classes são determinadas através da frequência da procura dos produtos. Itens com uma rotatividade elevada são normalmente chamados itens A, os seguintes pertencem à categoria B, e assim sucessivamente até ao fim das classes. A Figura 5 ilustra dois tipos de armazenamento baseados em classes, sendo que no primeiro os produtos de classe A encontram-se no corredor principal do armazém e no segundo os produtos A estão armazenados perto do cais de carga / descarga.

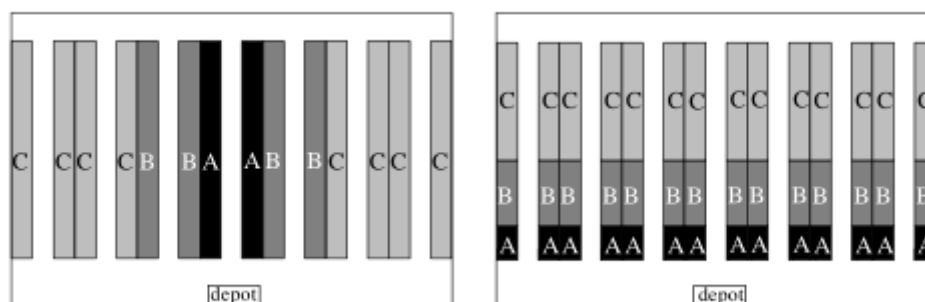


Figura 5 – Ilustração de armazenamento baseado em classes (Fonte: de Koster, Le-Duc, e Roodbergen, 2007).

Normalmente existem três classes, mas há exceções uma vez que em alguns casos existem ganhos adicionais nos tempos de transporte quando são utilizadas mais classes (de Koster, Le-Duc, e Roodbergen, 2007).

2.3 Produção *Lean*

Nos dias de hoje qualquer mercado de trabalho está cada vez mais competitivo, visto já não ser fácil encontrar um produto onde a procura seja certa. A competição do mundo de trabalho gerou novas obrigações nas empresas que incluem níveis elevados de serviço, a entrega de produtos de qualidade em tempos de produção muito baixos e um leque extenso de produtos aumentando a oferta para os clientes.

O termo “*Lean*” surgiu para descrever uma abordagem na produção mais “magra”. É uma metodologia de produção que utiliza menos inventário, menos espaço, menos esforço e menos capital para produzir. O termo também contraria o estereótipo de produção em massa caracterizado pelas grandes dimensões de lotes, elevados custos de inventário e amplos espaços ocupados por stock com baixa rotatividade ou obsoletos. Estas características da produção em massa incluem uma lenta movimentação de material e constantes interrupções durante o processo de produção.

O pensamento *Lean* é um método que permite a qualquer organização melhorias na produtividade, eficiência e qualidade dos seus produtos ou serviços. Alcançar estes benefícios requer trabalho em equipa, clara comunicação, uso inteligente dos recursos e um comprometimento com a melhoria contínua (Rich *et al.* 2006).

2.3.1 Princípios básicos

Segundo P. Womack e Jones (1996), a metodologia *Lean* assenta em cinco princípios fundamentais:

- Entender o valor: o valor é claramente definido pelo cliente final e por isso é indispensável entender as suas necessidades. Noutro nível, perceber o valor também inclui o design dos produtos que aumentam a satisfação dos clientes sendo então a arte de produzir o produto certo da maneira certa;
- Identificar a cadeia de valor: identificar todas as atividades que existem dentro de uma organização para converter um pedido de um cliente numa ordem cumprida e, consequentemente, englobar todas as atividades associadas. Uma vez compreendida a conceção e o design dos produtos, pode ser melhorado o processo de produção e assim começar a perceber o que eliminar na cadeia de valor;
- Fluxo: é o terceiro pilar do pensamento *lean* e envolve manter os materiais e a informação em movimento para que o produto final chegue ao cliente sem atrasos e interrupções. Materiais armazenados durante longos períodos de tempo traduzem-se em custos elevados;
- Produção “puxada” (*pull*): depois de implementado o fluxo, deve ser executado este tipo de produção que consiste em produzir o necessário, apenas aquilo que o cliente encomenda. Ou seja, este tipo de metodologia traduz-se numa produção controlada pelos pedidos do cliente minimizando os níveis de inventário e o desperdício de produtos;
- Perseguir a perfeição: o conceito fulcral da metodologia *lean*, que consiste na procura contínua de perfeição tendo sempre presente o conceito de melhoria contínua. Uma das formas de garantir este conceito é a utilização de equipas, constituídas por operadores, vocacionadas para a resolução de problemas com o objetivo de eliminar todos os restantes elementos de desperdício e as atividades sem valor acrescentado.

2.3.2 Eliminação de desperdícios

Para criar uma revolução na fábrica é necessário convencer as pessoas que o desperdício existe, sendo que muito desse desperdício é efetuado por elas. É preciso entender que a culpa não está nas pessoas, mas sim no sistema de produção, visto que não são os operadores que determinam a dimensão dos lotes nem são responsáveis pelo layout da fábrica. Segundo Rich *et al.* (2006), para ajudar a convencer os colaboradores, existe uma lista com os sete principais desperdícios que ajudam na perceção e identificação dos desperdícios existentes:

1. Produção excessiva: inúmeros itens são produzidos em lotes e simplesmente ficam “esquecidos” nas áreas do produto final ou do produto intermédio. Isto deriva de um desentendimento entre a procura do cliente e a capacidade de produção de satisfazer esse pedido. Este é um dos grandes problemas com a produção em massa e a utilização de lotes de tamanho excessivo;
2. Inventário em excesso: o resultado de produzir em excesso (mais que o pedido do cliente) traduz-se em níveis de inventário elevados, não existindo a garantia da venda do mesmo;
3. Processamento inadequado: outro desperdício que resulta de uma incompatibilidade entre os processos ideais para a produção e os processos implementados. Muitas firmas usam maquinaria muito sofisticada para produzir produtos simples que teriam melhor rendimento utilizando tecnologia mais simples e com menos custos associados. Outro erro é atribuir demasiadas ordens de trabalho para uma estação ou

máquina, com o objetivo de garantir um rápido retorno do investimento, levando ao aumento dos lotes de trabalho e a geração de inventário;

4. Transporte desnecessário: uma forma de desperdício relativamente ao movimento de material por toda a fábrica desde a receção da matéria prima até ao envio do produto final. Esta atividade pode consumir muitas horas e envolver muitos quilómetros de transporte, sendo que em cada transporte estão envolvidos possíveis danos na mercadoria;
5. Tempos de espera: contempla os tempos onde os produtos, máquinas ou pessoas estão prontos a avançar no processo de produção, mas estão à espera e muitas das vezes esses tempos não são controlados ou contabilizados;
6. Defeitos: é a produção de produtos finais ou intermédios, que consome tempo de produção, que têm de ser retrabalhados ou são sucata. Desta forma a capacidade de uma organização é perdida.
7. Movimentação em excesso: equivale ao movimento de operadores, ferramentas ou máquinas que, por erro no planeamento do processo, não acrescentam valor ao processo e que por isso se revelam um desperdício.

2.4 Ferramentas *Lean*

A implementação dos processos *Lean* é alcançada e sustentada por ferramentas e metodologias que auxiliam na identificação e resolução de problemas. Apesar de existirem diversas ferramentas *Lean*, neste documento serão abordadas as ferramentas relevantes para o desenvolvimento do presente projeto de dissertação: PDCA, diagrama spaghetti, gráfico de Pareto, 5S e a gestão visual.

2.4.1 PDCA

Plan (Planear) - *Do* (Fazer) - *Check* (Verificar) - *Act* (Atuar) estabelecem um conceito e ferramenta fulcral para a melhoria no apoio ao controlo de processos através de uma metodologia direta e simples. O ciclo PDCA é fundamental, estabelecendo objetivos de melhoria focando-se em minimizar custos, aumentar a produtividade e promover a melhoria, como é possível verificar na Figura 6.

- *Plan* (Planear): identificação de erros, analisando as suas origens e formulação de um plano de ação;
- *Do* (Fazer): implementação das mudanças definidas na fase anterior;
- *Check* (Verificar): verificação dos resultados das implementações efetuadas e posterior análise de possíveis melhoria;
- *Act* (Atuar): implementação das medidas tomadas em função da verificação anteriormente feita. Se as medidas implementadas não forem aceites, deverá ser iniciado um novo ciclo de análise com uma melhor análise do problema.

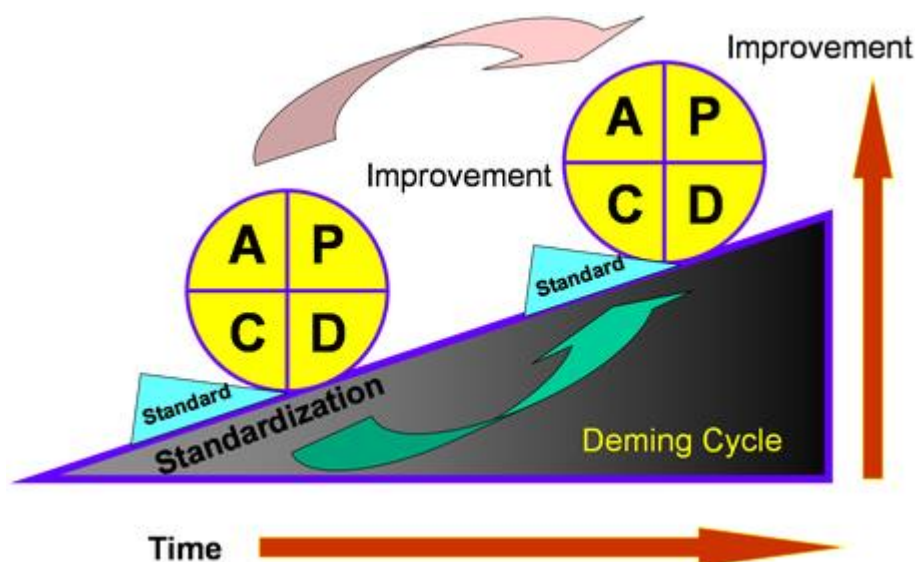


Figura 6 - Ciclo PDCA (adaptado de <https://totalqualitymanagement.wordpress.com/2009/02/25/deming-cycle-the-wheel-of-continuous-improvement>).

Sempre que um ciclo é finalizado com sucesso deve ser iniciado um novo ciclo de forma natural, tendo como objetivo a melhoria contínua (Rich et al. 2006).

2.4.2 Diagrama *spaghetti*

Os diagramas *spaghetti* são diagramas que retratam o fluxo físico de trabalho ou do material no processo com a representação do trajeto, que o operador segue na execução das suas tarefas, por meio de linhas. É utilizado para melhorar o layout físico de um espaço de trabalho ou da forma de trabalho. Trata-se de uma boa ferramenta para a determinação do desperdício, uma vez que possibilita observar desperdícios a nível do tempo despendido em deslocações ou tarefas repetitivas (George, Michael L *et al*, 2004).

Retratando o exemplo da Figura 7, os números indicados representam a sequência das operações efetuadas, sendo a sequência que possibilita a avaliação do desperdício, do tempo utilizado e das deslocações efetuadas num determinado trabalho.

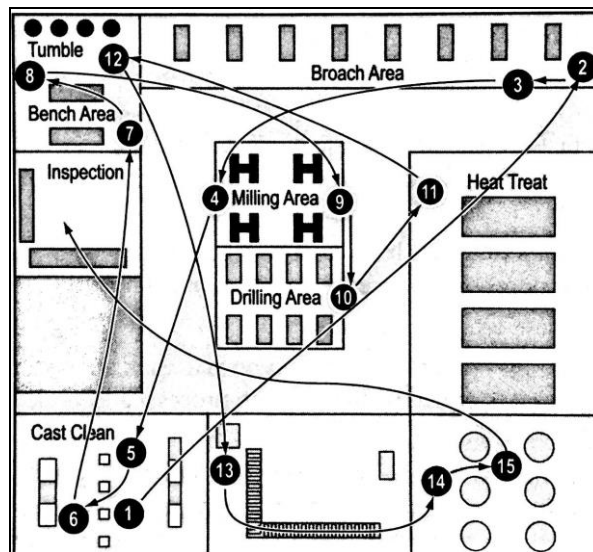


Figura 7 - Exemplo de um diagrama *spaghetti* (Fonte: George, Michael L *et al*, 2004).

2.4.3 Gráfico de Pareto

Os gráficos de Pareto são um tipo de gráfico de barras cujo eixo horizontal representa categorias em vez de uma escala contínua, categorias essas que normalmente representam defeitos, erros, ou causas de defeitos/erros.

Organizando as barras da mais larga para a mais curta, como verificado na Figura 8, é possível entender e priorizar os problemas, correspondendo com o princípio de Pareto (80% das consequências derivam de 20% das causas) e permite dar prioridade aos problemas de maior impacto (George, Michael L *et al*, 2004).

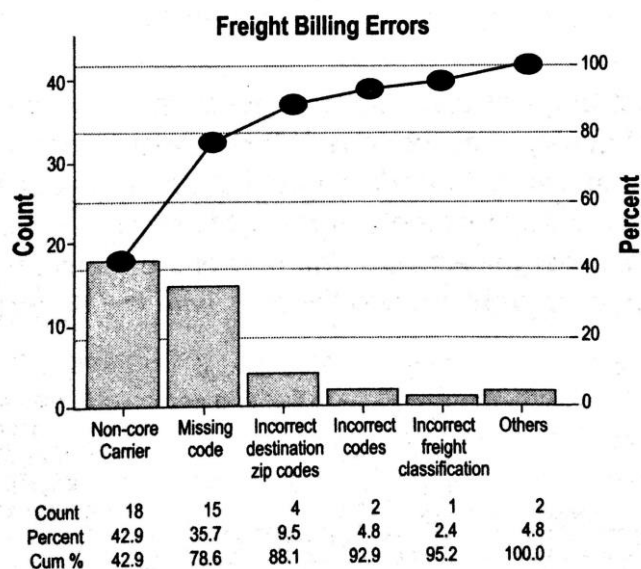


Figura 8 - Exemplo de um gráfico de Pareto (Fonte: George, Michael L *et al*, 2004).

2.4.4 5 S

Segundo George, Michael L *et al*, (2004), a ferramenta 5S tem como objetivo criar e manter um local de trabalho organizado, limpo, seguro e eficiente. Esta ferramenta permite a qualquer colaborador distinguir fácil e rapidamente condições erradas e certas sendo a base para a melhoria contínua, zero defeitos, redução de custos e área de trabalho segura. É uma forma sistemática de melhorar o local de trabalho, processos e produtos através do envolvimento dos operadores das linhas de produção.

O nome desta ferramenta vem das iniciais das cinco palavras japonesas que são os pilares desta técnica:

- *Seiri* (Separar / Eliminar): tem como objetivo a clara distinção entre itens necessários, como ferramentas, folhas de trabalho, produto intermédio e matéria prima, eliminando os itens desnecessários;
- *Seiton* (Organizar / Arrumar): visa a correta disposição dos itens necessários permitindo acesso fácil e rápido aos mesmos. Deve existir um lugar para tudo e tudo deve estar no seu lugar;
- *Seiso* (Limpar): pretende manter o posto de trabalho limpo, garantindo condições de higiene e segurança necessárias no quotidiano;

- *Seiketsu* (Normalizar / Padronizar): após a implementação dos três primeiros S devem ser criadas rotinas de trabalho e deve ser implementado um processo de standardização facilitando a implementação das condições anteriores;
- *Shitsuke* (Sustentar / Autodisciplinar): pretende inculcar nos operadores a responsabilidade de sustentar esta ferramenta, passando este processo a ser um hábito presente no dia a dia da organização (Lean Enterprise Institute, 2008).

Esta ferramenta deve ser utilizada quando um local de trabalho está desorganizado e quando os colaboradores desperdiçam tempo à procura de ferramentas ou informação necessárias para a conclusão de uma tarefa. Também deve ser implementada em qualquer produção, como uma das primeiras melhorias a ser realizada.

2.4.5 Gestão visual

A gestão visual traduz-se numa ferramenta que permite simplificar os processos presentes nas empresas aumentando deste modo a eficiência dos mesmos. Baseia-se na utilização de meios visuais que permitem reconhecer automaticamente qual a situação das operações e tomar de imediato as decisões necessárias.

Nas organizações, a gestão visual é uma estratégia importante utilizada na comunicação entre setores, facilitando tanto a passagem como a obtenção de informação. Esta estratégia tem por objetivo tornar as operações mais autónomas, simples e intuitivas. Proporciona uma melhoria de fluxo de informação através do uso de marcações em paredes ou pavimentos para marcar limites, luzes de cores distintas com um significado atribuído, sinais sonoros ou quadros de gestão contendo dados e informações que facilitam a operação dos trabalhadores.

A gestão visual pode também desempenhar um papel importante a nível motivacional quando utilizada para mostrar o desempenho, planos de produção, descrição de processos e metas a atingir. Confirma-se realmente que constitui um estímulo para o aumento da produtividade dos operadores (Liker, 2003).

3 Situação inicial

O projeto atual foi desenvolvido na Inoveplastika, mais concretamente no departamento da manutenção.

Neste irá ser feita uma breve introdução relativamente à injeção de termoplásticos, abordando os três principais temas, o molde, a máquina de injeção e o processo de injeção. Seguidamente irá ser apresentada a estrutura do departamento de manutenção seguido dos problemas encontrados que conduziram à realização deste projeto.

3.1 Injeção de plástico

A injeção de termoplásticos é um dos processos mais comuns na produção de peças plásticas. É um processo cíclico que consiste num rápido enchimento de um molde, seguido de um arrefecimento e extração das peças produzidas.

A matéria prima, que normalmente se encontra no estado de grânulos ou em pó, é plastificada numa unidade de injeção sendo injetada num molde a altas pressões. A grande vantagem deste processo é o seu baixo custo para produções em massa, uma vez que peças específicas, com tolerâncias apertadas e com elevados requisitos quer a nível estético quer a nível funcional, são produzidas num curto ciclo e em funcionamento automático (Goodship 2004).

Para existir um processo de injeção estável que garanta a qualidade das peças é necessário ter em conta os seguintes pontos:

- O material tem de ser plastificado e injetado com atenção para evitar a degradação das propriedades do material;
- Os parâmetros do processo têm de se manter estáveis, tanto na máquina como no molde, ao longo do tempo de produção;
- A máquina de injeção tem de ter propriedades de injeção apropriadas para cada peça.

3.1.1 Processo de moldação por injeção

Geralmente o processo de moldação por injeção, exemplificado na Figura 9, é dividido em três fases:

- **Plastificação:** esta fase ocorre na unidade de injeção e corresponde à rotação contínua do fuso, permitindo a entrada de matéria prima na câmara plastificadora. A circulação do mesmo por toda a parede interna do cilindro, que se encontra a alta temperatura, resulta na liquidificação da matéria prima. A fluidez do polímero é regulada pelas condições do processo de plastificação do material, como por exemplo a textura do material, a temperatura, a tensão de corte do cilindro de injeção, a contrapressão e a velocidade do fuso. O principal objetivo desta fase é produzir uma mistura homogênea que permita que o material seja injetado no molde. Os parâmetros que definem e controlam a fase da plastificação são a temperatura do cilindro, a temperatura do fuso no início do cilindro e a contrapressão.
- **Enchimento do molde:** nesta fase a unidade de injeção injeta uma quantidade pré-definida de polímero liquefeito na zona moldante do molde. Os parâmetros do enchimento do molde têm um elevado peso nas características finais das peças injetadas especialmente em propriedades como deformações nas peças e o acabamento

superficial. A dinâmica do enchimento é, do mesmo modo, um dos fatores de grande relevância nos níveis de stress residual, sendo indispensável que a velocidade de enchimento aplicada resulte num processo estável. Por um lado, se a velocidade de injeção for muito alta, pode levar a uma degradação no produto final afetando as propriedades mecânicas do mesmo. Por outro lado, se a velocidade de injeção for muito baixa, pode resultar num aumento de pressão de injeção devido ao rápido arrefecimento do material e falta de material no produto injetado (incompleto enchimento do molde). Os parâmetros que definem e controlam a fase de enchimento do molde são a velocidade e a pressão de injeção.

- **Compressão, Refrigeração e Solidificação:** assim que o material injetado se encontre no molde e o enchimento esteja completo, o produto é arrefecido e finalmente extraído. O objetivo da compressão é, a partir da adição de uma quantidade extra de material, compensar o encolhimento causado pelo decréscimo de densidade do polímero solidificado. Se este material extra não for injetado o componente iria encolher e deformar, causado pelo arrefecimento não uniforme. As variáveis relevantes nestas fases finais são a pressão de compressão, o tempo de compressão e a temperatura do molde. Uma má conceção do molde pode originar um arrefecimento inconsistente resultando num aumento de tensões residuais na zona moldante do molde. Uma vez concluído o arrefecimento o componente é extraído e o ciclo de injeção continua. Este processo não é sequencial pois enquanto o arrefecimento está a ser executado, a fase da plastificação do próximo ciclo já está em execução (Goodship 2004).

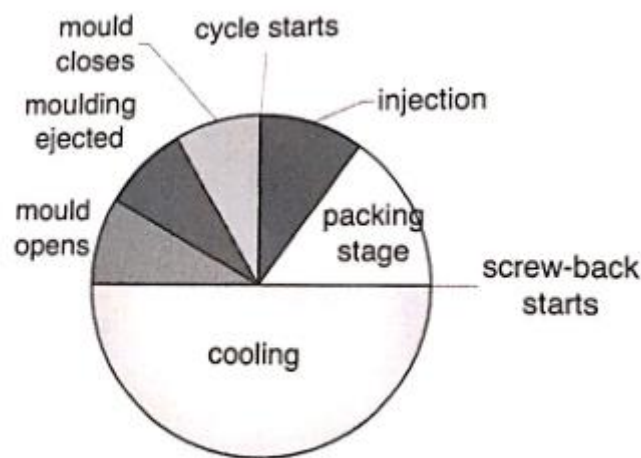


Figura 9 - Ciclo de injeção de plástico (adaptado de Goodship, 2004).

3.1.2 O Molde

As principais finalidades de um molde de injeção são a condução do material até à zona moldante, moldar o material, arrefecer o material e extrair o produto moldado. Os objetivos secundários, como a absorção das forças, transmissão de movimento e o guiamento dos elementos que constituem o molde, são alcançados em virtude da correta realização das tarefas principais (Micheali 1996).

O molde é um dos componentes mais importantes no processo de injeção. A sua conceção difere consoante a matéria-prima a ser utilizada e o componente final a ser produzido, uma

vez que a sua constituição é determinante para o sucesso do produto final. O tipo de molde mais simples é o molde de duas placas, a placa fixa e a placa móvel, como constatado na Figura 10.

A placa fixa é colocada no lado fixo da máquina de injeção e contém o sistema de alimentação, que permite conduzir o material pelo molde, os sistemas de refrigeração e as zonas moldantes. O material entra no molde e é distribuído pelas cavidades através dos gitos de material que são formados alimentando as cavidades do molde. O design do gito é, mais uma vez, determinante para o produto final uma vez que tem de permitir um enchimento homogêneo de todas as cavidades em simultâneo, uniformemente e a uma pressão equivalente. Este sistema é pensado consoante a localização das cavidades no molde.

A outra placa é colocada no lado móvel e contém o sistema de extração, que contém extratores, cuja finalidade é a extração da peça, os sistemas de refrigeração e as zonas moldantes. A zona moldante é, geralmente, dividida pelas duas placas de forma a que o encolhimento natural da peça resulte na fixação da peça no lado móvel sendo posteriormente extraído (Micheali 1996).

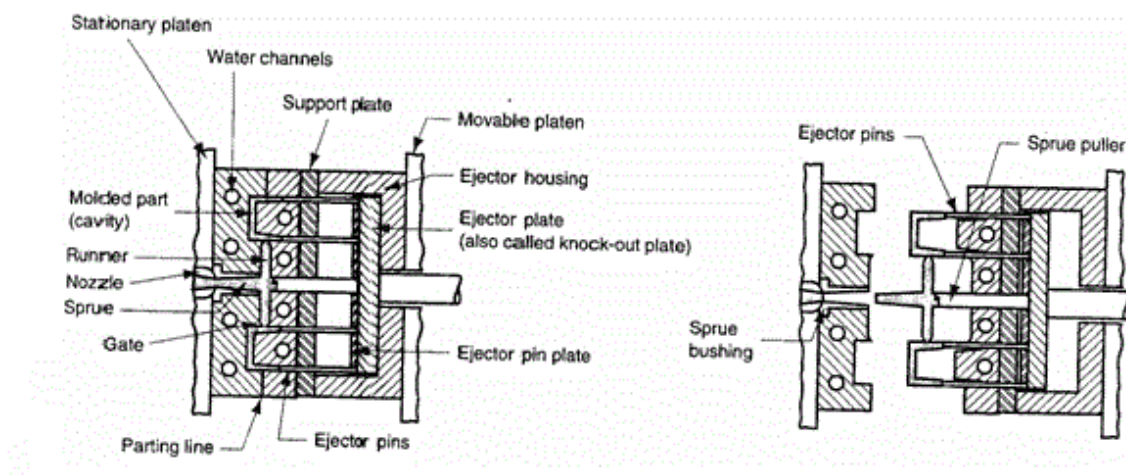


Figura 10 – Constituintes de um molde (adaptado de https://www.alibaba.com/product-detail/plastic-injection-moulding-machine-with-price_60061594617.html n.d.).

3.1.3 A Máquina de injeção

A hierarquia das máquinas de injeção é constituída por máquinas manuais, hidráulicas, híbridas e elétricas, sendo que as máquinas hidráulicas dominam o mercado nacional embora estejam a ser progressivamente substituídas pelas elétricas. As máquinas de injeção, na sua generalidade, são categorizadas pela sua força de fecho, que é a força máxima exercida pela unidade de fecho que mantém o molde fechado durante o ciclo de injeção.

Segundo Micheali (1996), as partes constituintes de uma máquina de injeção de moldação, como verificado na Figura 11, são identificadas como:

- Unidade de injeção: o objetivo essencial desta unidade é garantir a plastificação, isto é, produzir uma mistura homogênea para não interromper o ciclo de injeção. Um segundo objetivo desta unidade é a injeção no molde, sendo importante garantir a velocidade de injeção pré-determinada, uma vez que pequenas variações podem originar defeitos no produto final;

- Unidade de fixação: esta unidade é classificada separadamente da unidade de injeção. A unidade é responsável pela fixação dos moldes, tanto no lado móvel como no lado fixo da máquina. Também deve fornecer força de fecho suficiente durante a injeção e o arrefecimento permitindo uma moldação eficiente, força essa que resulta de componentes hidráulicos;
- Unidade de controlo: permite controlar todos os parâmetros relacionados com a máquina e associados ao processo de injeção.

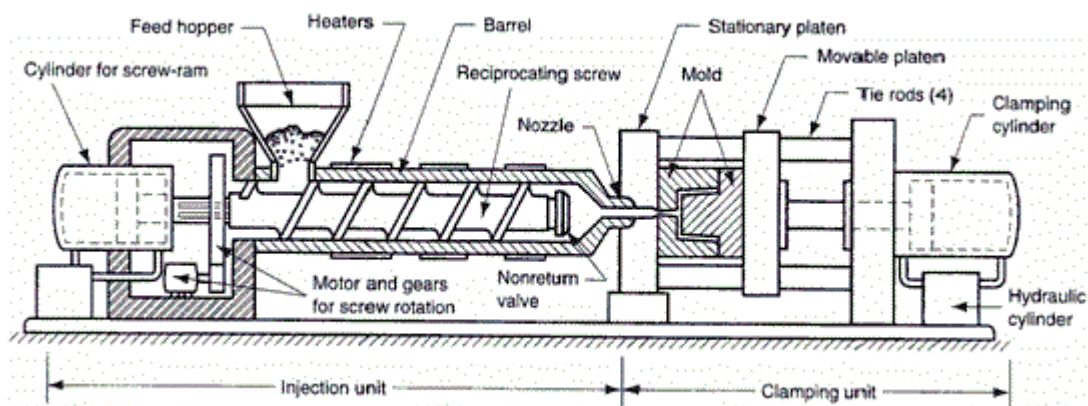


Figura 11 – Constituintes de uma máquina de injeção (adaptado de https://www.alibaba.com/product-detail/plastic-injection-moulding-machine-with-price_60061594617.html n.d.)

3.2 Departamento de manutenção

Para simplificar a compreensão do departamento de manutenção da Inoveplastika e de todos os processos inerentes a esta, irá ser esclarecido o modo de funcionamento do departamento.

A manutenção da Inoveplastika é dividida em três áreas:

- Manutenção de moldes: este setor era constituído por 4 técnicos, sendo um deles o encarregado deste setor. Os técnicos são responsáveis por garantir que os moldes estão conformes para produção, realizando as manutenções preventivas e manutenções corretivas necessárias nos moldes.
- Manutenção de máquinas/equipamentos: este setor é constituído por 3 técnicos, sendo um deles o encarregado deste setor. Os técnicos são responsáveis por garantir que as máquinas de injeção e os respetivos periféricos estão conforme para produção. Também são responsáveis por realizar manutenções preventivas e manutenções corretivas às máquinas e equipamentos.
- Manutenção do edifício: os técnicos são responsáveis por garantir o correto funcionamento da fábrica, realizando todo o tipo de tarefas necessárias, tanto no exterior como no interior do edifício, desde problemas relacionados com a rede elétrica até problemas com pavimento do edifício.

Na Tabela 1 é apresentada uma análise no sentido de perceber os problemas encontrados no departamento de manutenção da Inoveplastika e a causa desses mesmos problemas.

Tabela 1 - Identificação de problemas e respetivas causas

Caso (Problema)	Causa
a) Layout ineficiente;	Área do departamento de manutenção insuficiente para o volume de trabalho exigido, e falta de espaço;
b) Recursos humanos insuficientes;	Vasto volume de trabalho / crescimento das solicitações;
c) Falta de formação;	Política de formação inadequada, sem estar em linha com a evolução tecnológica e novas necessidades, fruto do crescimento acelerado da organização;
d) Falta de catalogação e organização de peças de substituição e consumíveis;	Estagnação do departamento ao longo do tempo;
e) Ausência de máquinas ferramenta para possibilitar intervenções mais rápidas sem recorrer a fornecedores;	Área do departamento de manutenção insuficiente, e não foi considerado anteriormente como necessidade;
f) Incumprimento de requisitos no armazenamento de moldes;	Área inicial não estava preparada para os requisitos;
g) Planeamento da manutenção preventiva ineficaz;	Ausência de planeamento e incorreto uso dos recursos disponíveis;
h) Falta de análise de informação e de indicadores (KPI).	Informação registada e arquivada manualmente em suporte papel, não permitindo a sua exploração e análise e, consequentemente, os indicadores não eram calculados.

3.2.1 Layout

O layout, pelas deficiências diagnosticadas, constituiu o foco do presente projeto. O crescimento da empresa e a falta de acompanhamento dos processos originou muitos dos problemas mencionados.

O layout inicial da manutenção, apresentado no anexo A, é composto por:

1. Zona de reparação de equipamentos e de limpeza de canais quentes (constituintes dos moldes);
2. Bancadas de manutenção de moldes;
3. Zona de entrada na manutenção de moldes após produção ou a necessitarem de intervenção corretiva;
4. Armários de armazenamento de peças de substituição, consumíveis e postigos (constituintes de moldes);
5. Zona de armazenamento de moldes;

6. Zona de retificações (máquina de soldadura a laser e máquina furadora);
7. Entrada/saída da manutenção;
8. Entrada/saída da manutenção (não utilizada devido ao armazenamento de moldes);
9. Armários de armazenamento de postigos antigos (constituintes de moldes);
10. Zona de equipamentos em reparação.

Os problemas existentes no layout são claramente perceptíveis, assim como as oportunidades de melhoria existentes. Abordando em seguida a forma de armazenamento dos moldes: após saída de produção os moldes eram colocados na zona de entrada na manutenção (3), onde posteriormente era realizada a manutenção preventiva nas bancadas de trabalho (2), seguida de armazenamento do molde na zona própria (5), como é possível constatar na Figura 12.

Este armazenamento era feito por áreas, sendo que o critério de definição das áreas (dimensão e tipo de moldes) era dependente do cliente, isto é, os moldes de um mesmo cliente eram todos armazenados numa mesma área.

Um dos grandes problemas encontrados neste tipo de armazenamento tem a ver com a perda de tempo na procura do molde. Quando um molde tinha de entrar em produção, as equipas de *setup* perdiam muito tempo à procura do molde, uma vez que para cada molde não existia um lugar fixo, apenas as zonas eram fixas. O desperdício de tempo nesta fase do processo (apesar de ser de difícil quantificação), poderia ascender a mais de 20 minutos.



Figura 12 - Exemplificação do tipo de armazenamento dos moldes

É notório que o layout inicial constituía um problema fulcral no departamento de manutenção da empresa sendo ineficiente e prejudicial para os processos instalados.

3.2.2 Recursos humanos

Como já foi mencionado, o enorme e rápido crescimento da empresa não foi sustentado, nem pelos processos, nem pelos recursos humanos existentes.

O processo de manutenção de moldes consistia no seguinte: um molde finalizava a sua produção, era retirado da máquina de injeção e colocado na zona de entrada da manutenção (3) pela equipa de *setup* registando o número de injeções da ordem de trabalho efetuada, era realizada a manutenção preventiva no molde por um técnico de moldes que estivesse disponível, existia o preenchimento de uma *checklist* de manutenção preventiva (Anexo B) em formato papel e, por fim, era armazenado o molde na área do respetivo cliente.

No caso de uma avaria, era preenchida uma ficha de intervenção (Anexo C) e o molde era colocado na zona 3 pela equipa de *setup*, era realizada a manutenção corretiva no molde e quando o molde estivesse reparado voltava à máquina para terminar a ordem de trabalho que estava em curso.

A maioria das intervenções conseguem ser solucionadas na empresa, sendo que apenas 5% das intervenções são externas e, nesses casos, o molde/postiço/placa (constituente do molde avariado) é enviada para o moldista e o problema é solucionado externamente.

O aumento da rotatividade de moldes em produção e o plano de manutenção de moldes implementado levaram a uma situação insustentável, uma vez que o número de moldes que terminavam as ordens de produção era superior à quantidade de manutenções preventivas realizadas. Esta situação levou ao armazenamento de moldes, nas respetivas áreas, sem manutenção realizada e, conseqüentemente, os moldes voltavam a produzir originando problemas nas peças e avarias nos moldes, devido à falta de manutenção preventiva.

3.2.3 Formação dos técnicos de manutenção de moldes

A indústria automóvel é uma das indústrias mais exigentes no mercado de trabalho exigindo, cada vez mais, conhecimento e rigor às pessoas que trabalham nesta área. Pormenorizando este aspeto, quando nos focamos nos técnicos de moldes, o conhecimento e as capacidades técnicas são fundamentais e imprescindíveis nesta indústria. A exigência que existe não permite erros por falta de conhecimento ou de falta de concentração, sendo que a formação é vital para o correto desempenho das funções requeridas para este cargo. Mais uma vez, o excesso de trabalho não permitiu a evolução natural existente em qualquer cargo e os técnicos presentes na empresa acabaram por não receber a necessária formação, nomeadamente externa.

O processo de integração era apenas feito com os técnicos mais experientes presentes no departamento. A falta de uma política de desenvolvimento de competências individuais do departamento, relativamente à evolução pessoal dos técnicos e ao seu conhecimento, conduziu à situação atual que se traduz num departamento com escassa formação e conhecimento técnico.

Esta falta de conhecimento origina re-ocorrência de avarias e perdas do tempo de produção que são prejudiciais para a empresa.

3.2.4 Catalogação e organização de peças de substituição e consumíveis

Os moldes de injeção são constituídos por diversos elementos que permitem moldar corretamente os produtos finais. Nas empresas, por norma, é mantido um inventário de peças de substituição e consumíveis que permite reagir rapidamente a uma avaria e retornar o equipamento ao normal estado de condição, permitindo manter o normal funcionamento dos meios de produção.

As peças de substituição são utilizadas para reparar ou substituir alguma unidade que avariou ou degradou. Os consumíveis são produtos que, como o próprio nome indica, são por norma gastos aquando da sua utilização. Na indústria automóvel e nos moldes de injeção as peças de substituição mais comuns são extratores (laminares, normais ou tubulares), parafusos, molas e postiços (elementos moldantes). Os consumíveis mais comuns são o-rings (vedantes) para os sistemas de refrigeração, massas lubrificantes e ferramentas de desgaste rápido.

No caso do departamento de manutenção da Inoveplastika, a desorganização das peças de substituição e dos consumíveis causa problemas, sendo a implementação de um sistema de gestão de peças de substituição uma solução que se irá traduzir em ganhos substanciais e rápidos.

Inicialmente não existia uma catalogação das peças de substituição. As peças de substituição apenas eram divididas ou armazenadas em caixas sem ordem atribuída e encontravam-se em armários (zona 4 do layout – Anexo A) que estavam localizados perto das bancadas de manutenção de moldes, como observado na Figura 13. Sempre que eram necessárias determinadas peças de substituição, tanto para uma intervenção preventiva como para uma corretiva, os técnicos dirigiam-se aos armários e procuravam o que precisavam até o encontrarem ou, no pior dos casos, aperceberem-se que não tinham os itens necessários em stock e iria ser preciso encomendar esse determinado item.



Figura 13 - Exemplificação do armazenamento das peças de substituição

A falta de organização e catalogação existente levava a uma perda considerável de tempo na procura dos itens necessários, e por vezes até eram encomendados desnecessariamente uma vez que o mesmo item era ‘encontrado’ mais tarde. A disponibilidade dos meios era, portanto, diretamente afetada pois estes ficavam à espera de peças.

Após reuniões com os técnicos no início do estudo do processo de manutenção foi perceptível que este era um dos pontos fulcrais a resolver com a implementação de medidas de melhoria. Os tempos de espera à procura de materiais ascendiam a 40 minutos.

Como já foi mencionado anteriormente, um dos objetivos de um departamento de manutenção é garantir a fiabilidade da informação do seu inventário de peças de substituição.

3.2.5 Máquinas ferramenta

Os moldes utilizados na indústria de injeção de termoplásticos são constituídos por elementos que necessitam de manutenção ou de substituição quando sofrem alguma incidência. Para realizar estas pequenas intervenções mecânicas utilizam-se máquinas ferramenta apropriadas como por exemplo: retificadoras, tornos mecânicos e fresadoras.

Durante o projeto, foram recorrentes as vezes em que os técnicos de manutenção se deslocavam a fornecedores externos para realizarem estas pequenas intervenções que facilmente poderiam ser executadas internamente, uma vez que a oficina de manutenção de moldes não estava equipada com estes equipamentos. Todas estas deslocações implicavam perdas e desperdícios:

- tempo de deslocação até ao fornecedor externo;
- tempo de intervenção longo;
- tempo de deslocamento para a empresa já com o produto intervencionado;
- tempo de mão-de-obra perdido em manutenções devido à deslocação do técnico aos fornecedores.

Todos estes desperdícios encontrados no dia a dia contribuíam para a ineficiência presente no departamento.

3.2.6 Requisitos de armazenamento de moldes

Tal como referido anteriormente, o mundo automóvel integra um grupo de indústrias com uma elevada exigência de trabalho. Um dos grandes objetivos deste projeto passava pelo cumprimento de um requisito de clientes relativamente à proteção da propriedade do cliente e dos seus meios produtivos, nomeadamente os moldes de injeção. O valor de um molde de injeção plástica pode variar entre 50.000€ e 400.000 €.

Sendo cada um deles propriedade dos clientes, é natural a preocupação existente na proteção dos seus ativos. Devido a esta preocupação foi imposto à empresa, por alguns clientes, o requisito de que a área de armazenamento de moldes deve garantir a proteção antifogo.

Para tal teve-se de construir uma nova área de armazenamento de moldes, sendo indispensável o cumprimento do mesmo para a elaboração deste projeto.

3.2.7 Planeamento da manutenção preventiva

Hoje em dia, o cumprimento do plano de manutenções preventivas é fundamental para o correto funcionamento de qualquer indústria. Concretamente, na indústria automóvel, o facto de a exigência ser elevada faz com que o cumprimento do plano de manutenção seja uma prioridade no departamento de manutenção. No caso em questão, o plano de manutenções consistia em realizar manutenções preventivas da mesma forma a todos os moldes sempre que finalizassem as ordens de produção (sobre-manutenção).

A evolução e o crescimento da empresa levaram a uma situação insustentável que, como já foi mencionado, fez com que com este mesmo plano de manutenções não fosse cumprido, devido à excessiva rotatividade dos moldes e à ausência de meios humanos suficientes para manter o parque de 350 moldes em condições adequadas.

Normalmente, um plano de manutenção preventiva é baseado num determinado tipo de tarefas, que são pré-definidas e adaptadas de equipamento para equipamento. No caso dos moldes deveria ser adotado um plano de manutenções preventivas sustentado no número de ciclos efetuados pelo mesmo.

O facto de o plano de manutenções não ser baseado em ciclos, mas na quantidade de vezes que o molde entra em produção, leva a uma incorreta gestão de recursos do departamento, como exemplificado num caso hipotético:

- O molde A, cuja ordem de produção é de 2.000 ciclos termina a produção e é colocado na manutenção para o devido armazenamento;
- O molde B também finalizou a produção, que correspondeu a 10.000 ciclos, e é colocado na manutenção para armazenamento.

O plano de manutenções existente na Inoveplastika originava que os moldes fossem mantidos sequencialmente por ordem de saída de produção (a intervenção de manutenção preventiva no molde A teria de estar finalizada para iniciar a manutenção do molde B). Com o aumento da quantidade de moldes a serem intervencionados, esta situação promovia o armazenamento do molde B sem manutenção preventiva devido à falta de recursos para executar a mesma.

Concluindo, um molde com um número reduzido de injeções, que teoricamente poderia ser armazenado diretamente, uma vez que ainda não teria os números de ciclos suficientes realizados para ser intervencionado, foi sujeito a uma intervenção profunda enquanto que um molde com maior número de injeções, e para o qual a manutenção preventiva era indispensável, foi armazenado sem que esta tivesse sido realizada, aumentando a probabilidade de virem a ocorrer problemas na próxima ordem de fabrico.

3.2.8 Análise de informação e de indicadores (KPI)

A informação e a sua análise são, hoje em dia, uma peça fulcral em qualquer indústria e em qualquer departamento. Sem informação é impossível fazer uma gestão correta de uma organização e, como tal, a resolução deste problema foi considerado fundamental para o sucesso deste projeto.

Os dados recolhidos inicialmente encontravam-se apenas em papel, tornando-se impossível a sua análise e a definição de planos de ação em tempo útil. A resolução deste problema tornou-se crucial, visto que outros problemas acima mencionados não poderiam ser solucionados sem esta precedência. Por exemplo, não é possível implementar um plano de manutenções preventivas se a informação acerca do número de ciclos do molde não estiver correta ou for inexistente. Também não é possível reduzir o número de avarias num determinado molde quando não se consegue ter uma perceção do número de avarias já existentes nesse mesmo molde, ou seja, se a ficha da vida de moldes não estiver atualizada.

Após a análise do desempenho do departamento e dos resultados relativos à resolução de problemas tornou-se evidente a importância da recolha e da análise de informação, sendo reconhecida a sua importância ao longo do projeto.

Conforme referenciado anteriormente, os indicadores permitem medir uma característica, ou um conjunto de características, de um fenómeno e avaliar a sua evolução ao longo do tempo. É a partir de um indicador que é possível medir um estado, avaliar o seu desempenho e compará-lo e identificar os pontos fortes e fracos.

Mais uma vez, este caso não é passível de resolução sem dados para ser suportado. No início do projeto, como não existia uma base de dados de manutenção para recolher informação, não existiam indicadores do departamento de manutenção relativamente a tempos de intervenção, tempos de espera, número de avarias, ou seja, todos os dados que eram necessários para calcular os indicadores de manutenção apenas estavam disponíveis em papel e ninguém os analisava.

4 Solução proposta

Com o objetivo de resolver os problemas identificados e resumidos na Tabela 1 anteriormente apresentada, foram definidas contramedidas, que se encontram resumidas na Tabela 2, e que serão objeto de descrição pormenorizada neste capítulo.

Tabela 2 - Contramedidas implementadas

Caso (Problema)	Causa	Contramedida
a) Layout inadequado provocando ineficiências;	Área da oficina de manutenção área de armazenamento de moldes insuficiente para o volume de trabalho exigido, além de existir uma falta de espaço;	Nova área de manutenção com espaço suficiente para as necessidades do departamento;
b) Recursos humanos insuficientes;	Aumento do volume de trabalho / crescimento das solicitações;	Reforço de pessoal na área de manutenção;
c) Falta de formação;	Política de formação no departamento de manutenção inadequada e sem estar em linha com as novas necessidades resultado da evolução tecnológica, e crescimento acelerado da organização;	Elaboração de um plano de formação para os técnicos de manutenção ajustado às novas solicitações;
d) Falta de cadastro e organização das peças de substituição e consumíveis;	Estagnação do departamento ao longo do tempo e falta de organização;	Organização e cadastro das peças de substituição, consumíveis e vários constituintes dos moldes;
e) Ausência de máquinas ferramenta para possibilitar intervenções mais rápidas, sem recorrer a fornecedores externos;	Área do departamento de manutenção insuficiente. O volume de intervenções não justificava a aquisição de equipamentos de maquinaria sendo que este ponto foi considerado anteriormente como necessidade;	Aquisição de máquinas ferramentas;
f) Incumprimento de requisitos armazenamento de moldes;	Área existente inicialmente não cumpria os requisitos exigidos pelos clientes, nomeadamente a garantia da proteção da propriedade do cliente;	Construção de uma área fechada em painel antifogo, na nova área de armazenamento de moldes; Aquisição de estantes com gavetas que melhoram o espaço e a organização da zona de armazenamento
g) Planeamento manutenção preventiva ineficaz;	Ausência de planeamento da manutenção preventiva e incorreto uso dos recursos disponíveis;	Implementação, numa primeira fase de um livro de cadastro individual de intervenções que acompanha o molde ao longo da sua vida;
h) Falta de análise de informação e inexistência de monitorização de indicadores (KPI).	Informação registada e arquivada manualmente em suporte papel, não permitindo a sua exploração e análise. Por conseguinte os indicadores não eram calculados e, portanto, não eram definidas ações de correção ou prevenção.	Registo da informação em suporte digital e consequente análise, permitindo obter os indicadores.

4.1 Layout

Todos os problemas encontrados ao longo do projeto foram *inputs* no processo de desenvolvimento e ajuste de uma solução do layout final. Desta forma todos os constituintes e soluções do layout final foram pensados e postos em prática com a finalidade de solucionar problemas anteriormente identificados. Devido às necessidades do departamento, foi necessário mudar de instalações e, por isso, o layout final foi ponderado e planeado para ser implementado numa área maior que a inicial numa zona diferente da empresa.

O layout final da secção de manutenção, apresentado no Anexo D, é composto por:

1. Entrada/saída da manutenção;
2. Estantes para armazenamento de moldes de pequenas e médias dimensões;
3. Zona de reparação de equipamentos e periféricos;
4. Zona de armazenamento de moldes de grande dimensão;
5. Entrada / Saída: Armazenamento Moldes – Oficina de Manutenção;
6. Posto informático;
7. Área de entrada de moldes para manutenção;
8. Bancadas de manutenção de moldes;
9. Armários de armazenamento de peças de substituição, consumíveis e postigos (constituintes de moldes);
10. Máquinas ferramentas;
11. Estação de lavagem por ultrassons;
12. Zona de retificações (máquina de soldadura a laser e máquina furadora);
13. Zona de reparações eletrónicas, soldadura e ajustamentos mecânicos;
14. Área de lavagem de moldes, equipamentos e periféricos;
15. Zona de limpeza de canais quentes (constituintes dos moldes);
16. Casa-de-banho;
17. Balneário;
18. Portão para carregamento / descarregamento moldes.

4.1.1 Armazenamento de moldes e acessórios

Abordando um dos problemas mais críticos do layout inicial da secção, nomeadamente o armazenamento dos moldes, a solução encontrada foi a utilização de estantes com quadro móvel para moldes de pequenas e médias dimensões e para os moldes de grandes dimensões o armazenamento é efetuado em paletes fixas reforçadas com chapa de 10 milímetros.

O sistema quadro móvel é constituído por bastidores, vigas e gavetas preparadas para suportar uma carga máxima de 1.000 kg por gaveta. Após estudar varias soluções de armazenamento optou-se por escolher a solução de estantes constituídas por dois quadros móveis e um nível fixo superior (carga máxima de 2.000 kg).

As paletes fixas reforçadas constituíram uma solução alternativa e permitiram o armazenamento de moldes de grandes dimensões que ultrapassam a capacidade máxima das estantes.

Estas duas opções de armazenamento foram escolhidas e dimensionadas tendo em conta a prevalência da percentagem de moldes de pequenas dimensões existente na empresa. Verificou-se que apenas 15 % dos moldes são de grandes dimensões, o que levou a que a solução encontrada privilegiasse o armazenamento de moldes de pequenas e médias dimensões.

Por comparação com a situação inicialmente encontrada (moldes armazenados em paletes como pode ser verificado na Figura 12), o número de moldes por metro quadrado aumentou significativamente devido ao ganho em altura proveniente do uso de estantes, como pode ser observado na Figura 14. O melhor aproveitamento das áreas de armazenamento é também um dos objetivos propostos pela empresa, que fruto do seu crescimento começa a apresentar falta de espaço nas diversas áreas.



Figura 14 - Estantes para armazenamento de moldes

Apesar da opção por este tipo de estante apresentar ganhos consideráveis de espaço pelo armazenamento em altura, provoca também alguns constrangimentos como por exemplo: limita certas ações no armazenamento / recolha dos moldes. No que diz respeito ao método de armazenamento dos moldes, foi escolhida uma metodologia de armazenamento baseada em classes.

Os moldes que se encontram atrás de outros nem sempre conseguem ser movimentados sem movimentar o molde precedente ou contíguo, traduzindo-se em perdas devido ao excesso de ações sem valor acrescentado.

Para contrariar as perdas de tempo associadas a este processo foi realizado um estudo de rotatividade de moldes classificando os moldes em classes A, B e C. Atribuiu-se a classe A a moldes com maior rotação (mudanças a cada 2 semanas), classe B a moldes de rotação média (1 mudança por mês) e classe C a moldes com menor rotação (restantes). Os lugares de

armazenamento foram atribuídos consoante estas classificações, sendo os moldes de classe A e B armazenados na frente das estantes do lado do corredor e os moldes de classe C armazenados no fundo das estantes.

A reorganização desta secção acarretou várias mudanças neste setor, desde os processos até ao layout do departamento. Os moldes de injeção estão, por norma, associados a um processo automático de produção, sendo que necessitam de alguns acessórios associados ao molde para conseguir alcançar este processo automatizado, nomeadamente as "mãos presas".

As "mãos presas" são componentes que permitem a remoção das peças produzidas pelo molde separando devidamente as peças consoante o pretendido. São sistemas periféricos do robot e específicas do tipo de molde. Este processo de segregação permite inúmeros ganhos que conduzem a um aumento da produtividade, uma vez que para o mesmo tempo de ciclo diminui a ocupação do operador por máquina.

Analisada a complementaridade entre molde e "mão presa" foi encontrada uma solução para o armazenamento das "mãos presas": na situação inicial, as "mãos presas" eram armazenadas em armários na produção. Esta situação conduzia a perdas de tempo, uma vez que os operadores tinham de encontrar a "mão presa" que se encontrava aleatoriamente armazenada num dos armários e prateleiras existentes.

As "mãos presas" não estavam identificadas individualmente e por vezes serviam para retirar componentes de umas para as outras, uma vez que os operadores não conseguiam distinguir a que molde correspondia a "mão presa", tendo que as fabricar aquando do *setup* dos moldes.

Na solução final a "mão presa" acompanha o molde e é armazenada na parte de trás das estantes, atrás do molde correspondente. As "mãos presas" foram identificadas individualmente e passou a ser implementada uma "mão" específica por molde. As duas situações, antes e após a implementação desta medida, podem ser constatadas na Figura 15.

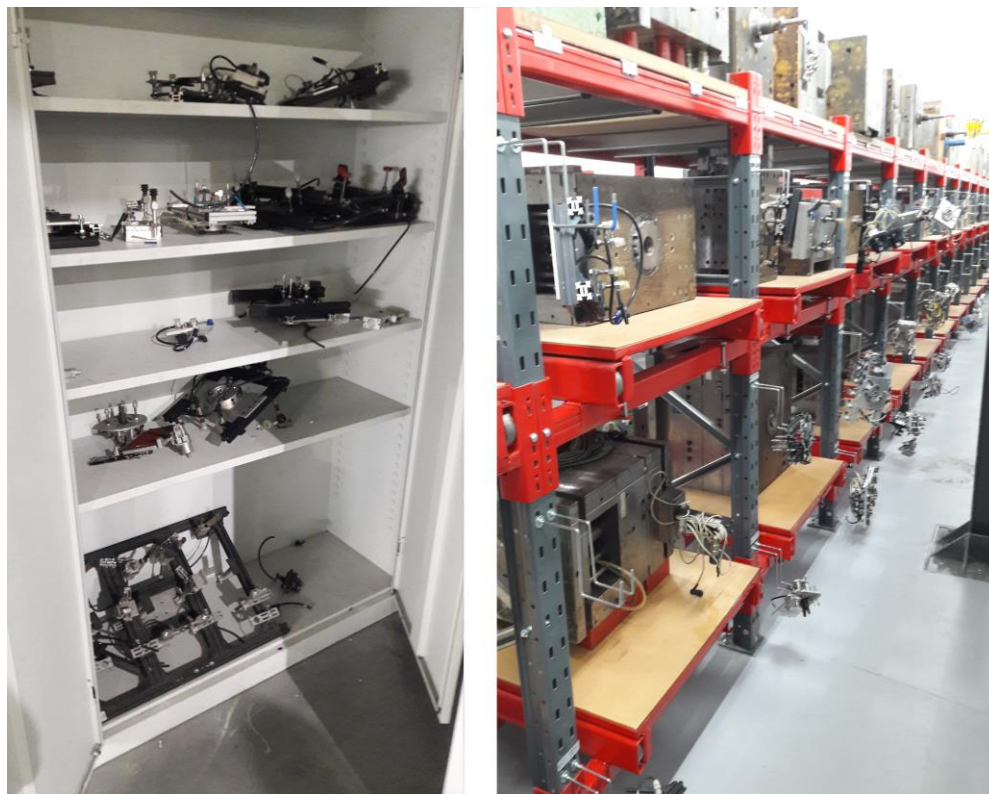


Figura 15 - Antes e depois do armazenamento de mãos presas

4.1.2 Bancadas de manutenção

No que diz respeito ao posicionamento das bancadas, a sua disposição no layout tem como objetivo evitar que dois técnicos trabalhem em simultâneo “costas com costas”. Pela natureza do seu trabalho (manuseamento de moldes com pesos até 3 toneladas), e para evitar acidentes de trabalho, criaram-se corredores para que em caso de acidente, o acesso possa ser facilitado, assim como os técnicos possam desviar-se sem que estejam pessoas na sua área de trabalho.

4.1.3 Estação de limpeza por ultrassons

Após um estudo sobre a ocupação dos técnicos de manutenção, verificou-se que as operações de limpeza de moldes ocupavam uma parte significativa do seu tempo durante as manutenções preventivas.

As manutenções preventivas aos moldes mais complexos implicam a limpeza de todos os postigos, extratores e espaço ocupado pelos mesmos nas placas dos moldes. No início do projeto foi possível aferir que os tempos de manutenção preventiva eram elevados nos moldes complexos devido à limpeza de todos os componentes constituintes dos moldes e, portanto, era uma das perdas que poderia ser eliminada

Realizando ações de *benchmark* com outras empresas do mesmo sector, verificou-se que esta operação poderá ser realizada em ‘tempo morto’ através do uso de sistemas de limpeza automáticos, enquanto os técnicos dedicam tempo à desmontagem/montagem de elementos dos moldes, à inspeção, à correção e à retificação de desvios à normal condição de funcionamento dos moldes.

Assim sendo, relativamente à zona 11 do Anexo D, irá ser adquirida uma estação de limpeza por ultrassons constituída por uma cuba de limpeza por ultrassons (para retirar a sujidade dos componentes), uma cuba de lavagem a frio (para retirar o líquido da lavagem por ultrassons dos componentes) e uma cuba de secagem. Como referido anteriormente, os moldes de injeção são constituídos por diversos componentes, desde postigos a extratores, e que podem variar de 10 componentes a mais de 100 elementos.

A estação de limpeza por ultrassons tem como objetivo a limpeza de todos os constituintes dos moldes e por consequência o aumento da produtividade do setor da manutenção porque:

- Sem a máquina de limpeza cada técnico apenas pode realizar manutenção preventiva a um molde de cada vez,
- Com a máquina de limpeza cada técnico pode realizar a manutenção a pelo menos dois moldes em simultâneo, uma vez que a limpeza dos componentes envolve apenas a sua desmontagem e posterior colocação na máquina. Por exemplo, um técnico desmonta o molde 1 e coloca os componentes na máquina de limpeza e, enquanto a máquina limpa os componentes do molde 1, o técnico desmonta o molde 2. Quando acabar a limpeza do primeiro molde coloca os componentes do molde 2 na máquina, montando o molde 1 e posteriormente começa a desmontar o molde 3.

Esta solução foi testada na Inoveplastika após um fornecedor apresentar uma proposta de testes que coincidiram com as expectativas: redução de tempos de manutenções preventivas e aumento da produtividade dos técnicos de manutenção de moldes.

4.1.4 Zona de reparações eletrónicas, soldadura e ajustamentos mecânicos

Nas várias intervenções realizadas pelo departamento de manutenção ao longo do projeto foi verificado que inúmeras vezes eram executadas operações delicadas que requerem concentração, em zonas movimentadas com inúmeras interrupções, pela falta de espaço existente.

Após análise destas situações foram criadas áreas isoladas com a finalidade de poderem ser usadas para intervenções complexas (zona 13 Anexo D), nomeadamente uma a ser usada para intervenções elétricas / eletrónicas (mais utilizada pela manutenção de equipamentos) e outra para ajustamentos mecânicos (mais utilizada pela manutenção moldes).

Ambas as zonas estão isoladas do resto da oficina e estão devidamente equipadas para alcançarem os objetivos pretendidos, nomeadamente garantir as reparações num menor espaço de tempo sem que existam recorrências.

4.1.5 Área de lavagem de moldes, equipamentos e periféricos

A indústria de injeção de plástico está diretamente associada a todo o tipo de sujidades desde poeiras, óleos em equipamentos hidráulicos, sujidades relacionadas com água (como por exemplo o calcário). Para combater a falta de limpeza foi criada uma zona de limpeza.

O layout inicial não continha uma zona de limpeza de equipamentos e, devido à sujidade presente no dia-a-dia, a falta de limpeza dos equipamentos, em simultâneo com a falta de manutenção, conduziu a uma rápida evolução da degradação dos equipamentos.

A zona de limpeza projetada irá ter condições de limpeza de todos os equipamentos, periféricos e moldes, com o objetivo de manter todos os equipamentos em bom estado e, como consequência, aumentar a sua vida útil.

4.2 Recursos humanos e formação dos técnicos de manutenção de moldes

Tanto a falta de recursos humanos, como a falta de formação dos técnicos de manutenção de moldes, foram problemas identificados que foram, ou irão ser, solucionados, embora a sua resolução não tenha estado diretamente ligada a este projeto. Apesar da identificação do problema ter sido feita, a sua resolução esteve ligada aos departamentos competentes.

Relativamente à falta de recursos humanos a empresa optou por, numa primeira fase, aumentar o número de técnicos de moldes, contratando mais um técnico de moldes, suprimindo esta necessidade evidente.

No que respeita à falta de formação dos técnicos de manutenção de moldes, foi definido um plano de formação pelos Recursos Humanos, que irá ser cumprido, suprimindo esta necessidade no departamento de manutenção.

4.3 Cadastro, catalogação e organização de peças de substituição e consumíveis

Como mencionado anteriormente, a gestão de stocks é um dos objetivos de qualquer departamento de manutenção, sendo vital para a gestão do departamento.

Como tal, a catalogação das peças de substituição e consumíveis é importantíssima para a redução de perdas associadas às paragens por falta de componentes ou à espera de peças para reparar e retomar o normal estado de condição do meio.

As peças de substituição existentes nos moldes de injeção podem ser divididos em três grandes grupos: extratores, parafusos/pernos e postiços.

No início do projeto os extratores de todos os tipos (laminares, tubulares e normais) encontravam-se armazenados em caixas sem organização, o que se traduzia em perdas de tempo à sua procura de cada vez que eram necessários.

Com o objetivo de colmatar as perdas associadas a este problema foram realizadas as seguintes tarefas:

- Levantamento e respetiva catalogação de todos os extratores presentes em inventário;
- Separação por tipos de extratores;
- Separação por diâmetro do corpo do extrator;
- Criação de stock mínimo tendo em conta as necessidades diárias;
- Organização por diâmetro do corpo e por tipo de extratores.

Como este processo é novo, o stock mínimo por componente ainda não está completamente definido e irá ser adaptado consoante as taxas de falha e consumo num determinado período de cada componente, e ajustado tendo em conta o orçamento da empresa.

Relativamente aos parafusos/pernos o processo de organização foi idêntico ao dos extratores sendo devidamente catalogados, definido stock mínimo e posteriormente organizados como é possível verificar na Figura 16.



Figura 16 - Organização dos parafusos e pernos

A zona mais importante de um molde é a zona moldante, em virtude da moldação estar diretamente ligada a essa zona. A peça final é moldada pela zona moldante e este processo apenas é exequível devido aos postigos que integram o molde. Assim sendo os postigos são constituintes vitais de um molde e o seu correto manuseamento permite produtos finais conformes. No início do projeto os postigos encontravam-se em armários perto das bancadas de manutenção completamente desorganizados e não identificados e as condições de armazenamento eram inadequadas (com alguma sujidade).

Para solucionar este problema foram realizadas as seguintes operações:

- Catalogar os postigos existentes;
- Armazenar os postigos corretamente garantindo fácil acessibilidade;
- Criar stock mínimo de postigos por molde;
- Identificar o lugar de armazenamento de cada postigo evitando perdas, como constatado na Figura 17.



Figura 17 - Organização dos postigos

A catalogação e a organização de todos os componentes acima mencionados originou um *feedback* positivo da parte dos técnicos de moldes, já que as perdas associadas à procura de um determinado componente foram colmatadas. Após a implementação das ações, sempre que era necessário algum componente de um molde, os técnicos consultavam o catálogo de componentes e deparavam-se com uma de duas situações possíveis: verificavam a existência do componente e o respetivo local ou verificavam a falta do componente e como consequência era iniciado o processo de aquisição de componentes com o fornecedor apropriado.

4.4 Máquinas ferramenta

A exigência do mercado automóvel obriga qualquer empresa a estar preparada para qualquer tipo de intervenções sem depender de fornecedores externos. As máquinas ferramentas oferecem recursos que permitem dar a resposta necessária aos clientes no tempo exigido. Após a análise das varias soluções existentes no mercado, as que mais se adequam a esta indústria são as seguintes:

- Torno mecânico;
- Retificadora plana;
- Fresadora convencional.

Após a identificação da necessidade do departamento relativamente a máquinas ferramenta, a empresa decidiu investir nestas máquinas e, apesar de ainda não terem sido adquiridas, irão ser adquiridas no espaço de seis meses.

4.5 Requisitos de armazenamento de moldes

O valor significativo dos moldes de injeção de termoplásticos e a exigência da proteção da sua propriedade por alguns clientes levaram à imposição de requisitos no projeto.

Para garantir o cumprimento dos requisitos, foi encontrada uma solução que protege os moldes em caso de incêndio: revestimento das paredes e cobertura em painel sandwich com isolamento em lã de rocha de 100 mm de espessura, que garante proteção contrafogo durante pelo menos 90 minutos.

4.6 Planeamento da manutenção preventiva

A manutenção preventiva assume-se como uma das intervenções mais importantes num departamento de manutenção e, se esta não for executada atempada e corretamente, pode levar a inúmeros problemas. Como referido anteriormente, a manutenção preventiva em moldes de injeção deve ser baseada no número de ciclos de injeção já realizados pelo molde.

A dimensão da Inoveplastika requer um sistema de gestão da manutenção integrado com o planeamento, por forma a gerir automaticamente todas as intervenções preventivas relativamente às máquinas, moldes, robots, periféricos e equipamentos.

Até que o sistema de gestão da manutenção seja implementado as manutenções preventivas têm de continuar a ser cumpridas, e como tal, foram encontradas duas soluções para gerir as intervenções: uma para moldes com pouca ou nenhuma rotatividade e outra para moldes com alta rotatividade. A rotatividade foi o fator decisivo para efetuar esta divisão, uma vez que se verificava falta de manutenção nos moldes com baixa rotatividade ou sem rotatividade. Em contrapartida nos moldes de alta rotatividade, a manutenção era realizada sempre que terminavam a produção.

Nos moldes sem rotatividade, ou com baixa rotatividade, uma vez que estão ‘colados’ às máquinas e com produções contínuas, verificava-se que as manutenções preventivas não eram respeitadas. Para moldes com pouca ou nenhuma rotatividade foram definidos os ciclos de injeções para os quais deve ser efetuada a manutenção preventiva.

O sistema de controlo de produção gera relatórios diários relativamente ao número de dias restantes para as manutenções serem efetuadas, sendo responsabilidade do planeamento garantir que a produção é interrompida e a manutenção preventiva é realizada de acordo com o intervalo de ciclos correto.

Para moldes com elevada rotatividade foi criado o Caderno de seguimento da manutenção dos meios de produção. O caderno é composto por uma breve caracterização do meio de produção (Anexo E), 10 fichas de intervenção corretivas (Anexo C), 10 checklist de manutenção preventiva (Anexo B) e uma tabela de seguimento da vida do molde (Anexo F).

O crescimento da empresa levou ao aumento de vendas que por sua vez originou falta de capacidade de produção e, como consequência, um aumento de rotatividade dos moldes. O sistema de manutenção implementado anteriormente não era eficaz (como mencionado no

subcapítulo 3.2.7) e, portanto, era necessário encontrar uma solução para colmatar este problema.

Foi implementado o caderno de seguimento com o propósito de reunir a informação existente do molde (*checklist* de manutenções preventivas, fichas de intervenção corretivas e número de ciclos) que na situação inicial estavam dispersas em três localizações diferentes. Mais importante que reunir toda a informação relacionada com o molde, o seguimento da vida do molde tem um papel fundamental para a manutenção preventiva ser corretamente realizada: através da definição do número máximo de ciclos para a manutenção preventiva ser executada e através do número de injeções acumuladas é possível definir o tipo de manutenção a executar ao molde cada vez que acaba a produção. Recorrendo ao exemplo dado anteriormente no subcapítulo 3.2.7:

- O molde A, cuja ordem de produção equivale a 2.000 ciclos acaba a produção e é colocado na manutenção para o devido armazenamento;
- O molde B também finalizou a produção, que correspondeu a 10.000 ciclos, é colocado na manutenção para armazenamento.

Neste caso, com a implementação do caderno de seguimento do molde, a manutenção realizada no molde A irá ser superficial devido ao número de ciclos ser baixo, enquanto que no molde B irá ser executada uma manutenção mais profunda. Ambos os moldes entrarão em produção sem problemas originados pela falta de manutenção preventiva.

4.7 Análise de informação e de indicadores (KPI)

A informação é vital para qualquer sistema de gestão pois é através de informação que são medidos processos e tomadas decisões e sem informação não é possível gerir eficazmente um sistema, um processo, um departamento ou uma empresa.

O problema encontrado na empresa era a falta de análise da informação devido à mesma informação não estar reunida em nenhuma base de dados. No departamento de manutenção a informação vital é a que decorre das intervenções, quer preventivas como corretivas.

Na situação inicial do projeto nenhuma desta informação estava em formato digital (apenas em papel) o que tornava a sua análise muito difícil em tempo útil. Para solucionar esta adversidade foi criada uma base de dados de manutenções relativa ao período de análise de quatro meses (desde o início do projeto até ao seu fim). Esta base de dados baseou-se na informação existente em formato papel (fichas de intervenção e *checklist* de manutenção) transformada para formato digital.

Através deste registo em formato digital foi possível efetuar vários tipos de análises e obter alguns indicadores:

1. Análise Pareto das causas de manutenções corretivas;
2. Horas de manutenções preventivas versus manutenções corretivas;
3. Indicadores MWT e MTTR;
4. Tempo Médio de Intervenção Preventiva por cliente.

4.7.1 Análise Pareto das causas de manutenções corretivas

A análise Pareto é uma das análises mais utilizadas em ambiente empresarial, permitindo identificar claramente as causas mais significativas dos problemas existentes. Ao longo do projeto foi possível verificar que existia uma tendência no tipo de avarias ocorridas nos moldes e, após a criação da base de dados e a sua posterior análise, foi possível identificar as causas com maior relevância nas avarias ocorridas no período em análise.

Analisando a Tabela 3 é possível verificar a tipologia das avarias encontradas e identificar que aproximadamente 50% das avarias verificadas, durante o período de análise, estão concentradas em três grandes tipos de problemas, e 80% estão representadas em 10 tipos de avaria num total de 23 tipos. Os 3 tipos de falha que representam 50% são:

1. Falhas na extração;
2. Falhas nos canais quentes;
3. Rebarbas nas zonas moldantes e funcionais das peças.

Tabela 3 - Tipos de falhas nos moldes

Item	Problemas	Corretiva	Análise ABC	Classe
1	EXTRAÇÃO	27,94%	28%	A
2	CANAIS QUENTES	9,31%	37%	B
3	REBARBA	7,84%	45%	B
4	POSTIÇOS	7,11%	52%	B
5	GUIAS	6,13%	58%	B
6	FUGAS	4,41%	63%	B
7	PROBLEMAS PEÇAS	4,17%	67%	B
8	FALTA MANUTENÇÃO	4,17%	71%	B
9	MATERIAL MOLDE	4,17%	75%	B
10	PEÇA PRESA	3,43%	79%	B
11	PINO PARTIDO	2,94%	85%	C
12	BALANCE	2,70%	88%	C
13	MOLDE RISCADO	2,45%	90%	C
14	ARRASTAMENTO	1,96%	92%	C
15	RATADOS	1,72%	94%	C
16	CAVIDADE PARTIDA	1,23%	95%	C
17	VERSÃO/DATADORES	1,23%	96%	C
18	GAVETAS	1,23%	97%	C
19	MOLDE DANIFICADO	0,98%	98%	C
20	MOLDE ENCRAVADO	0,74%	99%	C
21	BICOS	0,74%	100%	C
22	SONDAS	0,25%	100%	C
23	OUTROS	3,19%	82%	C
23	Total Geral	100,00%		

Facilmente se identifica a causa com maior preponderância em avarias e que deve ser analisada intensivamente: avarias relacionadas com a extração dos moldes, que corresponde a aproximadamente 28% das avarias ocorridas no período de análise.

A extração num molde é um sistema complexo, uma vez que a sua finalidade não se restringe apenas à extração da peça, podendo os extratores ser também moldantes. Estes podem nas suas zonas moldantes ter polimento e formas especiais, podem também garantir escape de gases do molde, entre outras finalidades. A complexidade do sistema não implica o número de avarias presentes na análise o que revela que realmente existiam alguns problemas na empresa

quer a nível da frequência e cumprimento dos planos de manutenções preventivas, incorreto manuseamento dos moldes e incorreto processo de arranque e re -arranque de moldes.

O segundo tipo de problemas mais encontrados está relacionado com os Sistemas de canais quentes dos moldes. Os canais quentes têm a função de conduzir o material a temperaturas e pressões constantes até este ser injetado no molde. As avarias mais comuns são a carbonização do material no interior dos canais quentes, o entupimento dos canais, as avarias nas resistências e fugas de água nos circuitos de regulação térmica dos moldes que atingem os canais quentes e que provocam curtos circuitos.

Apesar deste tipo de problema não ser o primeiro problema e o mais relevante quando analisado pelo número de avarias, assim que se analisam os custos de intervenção este tipo de avarias destaca-se devido à falta de meios de intervencionar nos sistemas de canais quentes. A maioria das intervenções realizadas em canais quentes é executada externamente e implica maior tempo de reparação (MTTR) e representa um custo muito superior.

As rebarbas são excessos de material presentes nas peças que não são aceitáveis e a origem deste problema são as folgas presentes nos moldes. Os milhares de ciclos de injeções a que um molde está sujeito leva ao desgaste do aço do molde que, por sua vez, se traduz em rebarbas no produto final. Para contrariar este problema são necessárias intervenções nos moldes que normalmente são internas, mas as rebarbas mais problemáticas são habitualmente solucionadas num moldista externo.

4.7.2 Horas manutenções corretivas versus manutenções preventivas

As manutenções preventivas e as manutenções corretivas fazem parte do dia-a-dia do departamento de manutenção e, por norma, o tempo de intervenção preventiva é maior que o tempo em intervenções corretivas. Apesar das intervenções corretivas terem um tempo médio de intervenção maior que as preventivas, o maior número de intervenções preventivas traduz-se num maior número de horas dedicadas a este tipo de manutenções.

Durante os 4 meses de projeto decorreram 33.910 horas de intervenções (tanto preventivas como corretivas), onde 10.850 horas de intervenções correspondem a manutenções corretivas. Destes dados é possível fazer dois tipos de análise: por um lado percebe-se que o tempo dispensado pelos técnicos de manutenção de moldes para manutenções preventivas é maior que o tempo dispensado para manutenções corretivas, como pode ser observado na Tabela 4 e, por outro lado, as manutenções corretivas têm um peso significativo nas paragens de máquinas.

Tabela 4 - Horas de intervenções

Tipo de Manutenção	Horas Totais	Horas Totais %
CORRETIVA	10.850	32%
PREVENTIVA	23.058	68%
Total Geral	33.910	100%

De um total de 144.000 horas de trabalho (4 meses x 30 dias x 24 horas x 50 máquinas de injeção), 10.850 horas representam paragens de máquina e, por isso, perdas associadas de produção, concluindo que 8% das paragens de máquina estão interligadas a avarias de molde.

4.7.3 Indicadores MWT e MTTR

Os indicadores, como já mencionado, permitem medir um estado, avaliar o seu desempenho, comparar desempenhos e identificar pontos fortes e fracos. São os indicadores que permitem uma gestão distinta e correta e permitem reconhecer oportunidades e riscos.

Na situação inicial do projeto como não havia base de dados, não existiam indicadores de manutenção. Após a recolha de dados foi possível determinar dois indicadores: o Tempo Médio de Reparação (MTTR) e o Tempo Médio de Espera (MWT).

Como é possível verificar na Tabela 5 o Tempo Médio de Reparação das intervenções corretivas equivale a 26 horas e 35 minutos enquanto que nas intervenções preventivas é de apenas 2 horas e 45 minutos. Esta diferença é normal visto que os diferentes tipos de intervenção estão associados a complexidades diferentes. O elevado Tempo Médio de Reparação das manutenções corretivas está também relacionado com os serviços externos recorrentes em avarias de grau elevado de complexidade ou quando não existem meios para a correção da avaria.

No que diz respeito ao Tempo Médio de Espera é possível verificar que para as manutenções corretivas equivale a 22 horas e 13 minutos e nas manutenções preventivas é inexistente. Este foi o indicador que permitiu entender que existe uma má gestão das ordens de trabalho. Em 32% das intervenções corretivas o tempo de espera é superior ao tempo de reparação, algo que deve ser revisto e que, com um sistema de gestão da manutenção, irá diminuir.

Tabela 5 - Indicadores por tipo de intervenção

Tipo de Intervenção	MTTR (horas)	MWT (horas)
Corretiva	26:35	22:13
Preventiva	2:45	-
Total Geral	11:49	22:13

4.7.4 Tempo Médio de Intervenção Preventivas por cliente

A correta gestão de um departamento de manutenção numa indústria está diretamente ligada ao tempo médio de intervenções, permitindo um planeamento eficaz e eficiente, e é também através destes dados que é possível gerir ordens de trabalho para os técnicos de manutenção de moldes.

Na Tabela 6 é possível verificar, por cliente, os tempos médios de intervenção preventiva. Este tempo médio traduz a complexidade dos moldes, ou seja, quanto maior o molde, maior o tempo de intervenção. Esta análise torna-se crucial para a gestão de ordens de trabalho dos técnicos de manutenção moldes.

Tabela 6 - Tempo médio de intervenção preventiva por cliente

Cliente	Tempo Médio de Intervenção Preventiva
YAZAKI	4:30
HEN	4:00
BORGWARNER	3:19
GKN	3:14
CIE	3:12
VISHAY	3:01
PREH	2:43
TRW	2:38
FAURECIA	2:20
BOSCH	2:17
FICOSA	2:09
JAC	2:07
LEO	2:00
DENSO	1:56
VISTEON	1:47
SULEVE	1:30
STA	1:15
INO	1:00
Total Geral	2:45

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

No decorrer deste projeto foi possível constatar o rigor, a exigência e a complexidade associados à indústria automóvel e à indústria de injeção de plásticos. Através da compreensão dos processos inerentes a um departamento de manutenção foi possível perceber a importância que este departamento tem para uma empresa presente no mercado automóvel. As consequências relacionadas com a falta de manutenção, ou a inexistência da mesma, mostram que a manutenção planeada, e todas as intervenções associadas, traduzem-se em mais valias quando comparadas com as manutenções não planeadas, verificando-se a melhoria da qualidade dos produtos, da vida útil do equipamento/máquina/molde/periféricos, dos custos de manutenção e dos tempos de intervenção, entre outros.

As implementações efetuadas na Inoveplastika ao longo da dissertação tiveram um impacto positivo que, apesar de ainda não poderem ser totalmente avaliadas devido ao curto espaço temporal, é possível ser percecionado pelo *feedback* dos técnicos de manutenção de moldes e dos operadores de *setup*. Os pontos mais frisados positivamente pelos técnicos foram a oficina e o layout final, a alteração no tipo de armazenamento de moldes, a aquisição da estação de limpeza por ultrassons e a melhoria na catalogação e na organização dos peças de substituição e dos consumíveis.

Os pontos mais frisados pelos técnicos derivam de estarem diretamente relacionados com o trabalho efetuado por eles e com os resultados a curto prazo obtidos. A oficina, apesar de ainda não estar finalizada, proporciona condições de trabalho excelentes e apropriadas para a indústria de injeção de plástico. A estação de limpeza por ultrassons foi uma opção muito benéfica pois, mesmo estando disponível apenas durante uma semana para testes, provou ser uma opção viável e interessante para os objetivos requeridos. Este caso foi apresentado aos níveis superiores da empresa e aguarda confirmação de compra.

As estantes de quadro móvel implementadas originaram uma opinião positiva dos intervenientes diretos com os moldes devido, maioritariamente, ao conhecimento instantâneo do local de armazenamento do molde, acabando com procuras que, como dito anteriormente, poderiam ascender a 20 minutos por molde. Relativamente à organização das peças de substituição e consumíveis os tempos perdidos em procura de componentes foram reduzidos consideravelmente e a sustentabilidade do sistema implementado conjugado com a melhoria contínua do mesmo irá certamente revelar resultados satisfatórios para a empresa, para o departamento e para os técnicos de moldes. Tanto o tipo de armazenamento de moldes, como a estação de limpeza por ultrassons e a melhoria na catalogação e organização das peças de substituição e consumíveis refletiram uma redução de perdas considerável e que mais tarde se irá refletir nos indicadores.

A reorganização dos processos do departamento, particularmente o planeamento da manutenção preventiva, irá trazer mais valias significativas desde a redução de avarias até à redução de intervenções preventivas desnecessárias. A determinação de indicadores como o MTTR e o MWT revelaram o estado em que o departamento de manutenção, mais propriamente a área de moldes, se encontra e, a partir da sua análise, será possível perceber como reduzir o número de avarias, determinar a periodicidade de avarias específicas e de prevenir as mesmas, gerindo melhor os recursos humanos disponíveis.

Outros pontos sem ligação direta aos técnicos de manutenção de moldes, e que não se traduzem em resultados a curto prazo, também foram alcançados eficaz e eficientemente. O correto cumprimento do requisito de clientes relativamente à proteção dos meios produtivos,

nomeadamente a proteção antifogo do local de armazenamento dos moldes, representa a execução de um dos principais objetivos do projeto.

As implementações efetuadas de nada servirão se não existir continuidade e sustentabilidade dos novos processos. A organização implementada nas peças de substituição e nos consumíveis é algo que, se não for respeitado pelos técnicos de manutenção de moldes, rapidamente voltará ao estado encontrado inicialmente, onde a maior parte dos componentes estavam desorganizados. Da mesma forma, o plano de manutenção preventiva é algo crucial que não deve ser descurado e o apoio tanto da produção como da manutenção é fundamental para a continuidade dos processos.

Devido à complexidade do projeto, o tempo de execução foi escasso para alcançar todos os objetivos propostos. Foram implementados processos referentes a um departamento de uma empresa e conseguir recolher dados que são consequência das ações implementadas requer tempo. Dessa forma, o seguimento deste projeto é primordial para averiguar os resultados provenientes das implementações, nomeadamente acompanhar a evolução dos indicadores, a finalização da oficina, a adaptação natural do plano de manutenções preventivas e a implementação de um sistema de gestão da manutenção.

Os indicadores obtidos não acrescentam valor à empresa se não forem acompanhados ao longo do tempo, sendo crucial avaliar a sua evolução e perceber se realmente as opções tomadas trazem valor acrescentado para a empresa e para o departamento. Um dos indicadores que não foi calculado devido à falta de dados foi o MTBF e, apenas com um sistema de gestão da manutenção integrado com um sistema de planeamento da produção será possível determinar. O cálculo deste indicador deve ser feito no futuro, uma vez que fornece informações diretas acerca do progresso das intervenções e da diminuição das avarias, sendo um indicador indispensável em qualquer organização.

A dimensão das obras efetuadas, e ainda em curso, foram limitadoras na conclusão da nova oficina. Como tal, o processo de acompanhamento das obras é essencial para a conclusão do projeto, em particular a conclusão da área de limpeza que ainda se encontra por finalizar, a instalação da estação de limpeza por ultrassons e das condições necessárias para a mesma (eletricidade, água e ligações pneumáticas). Algo fundamental que não deve ser ignorado é a aquisição das máquinas ferramentas, sendo de realçar a sua importância nas tarefas diárias dos técnicos de moldes.

O plano de manutenções preventivas foi realizado com base nas informações de cada molde e através dessas informações foram estabelecidos os ciclos de injeção máximos para cada molde. Através da análise de todas as variáveis associadas ao plano de manutenções preventivas deve ser feito o ajusto do número máximo de injeções por molde, dependendo dos acontecimentos relativos ao molde. Por exemplo, se um molde com um determinado número máximo de injeções para manutenção preventiva continuar a apresentar avarias o número de injeções deve ser encurtado. Por outro lado, se o molde estiver em boas condições quando estiver a ser intervencionado preventivamente significa que pode sofrer um aumento no número máximo de injeções. Mais uma vez este acompanhamento não foi possível de ser executado devido ao curto espaço de tempo disponível.

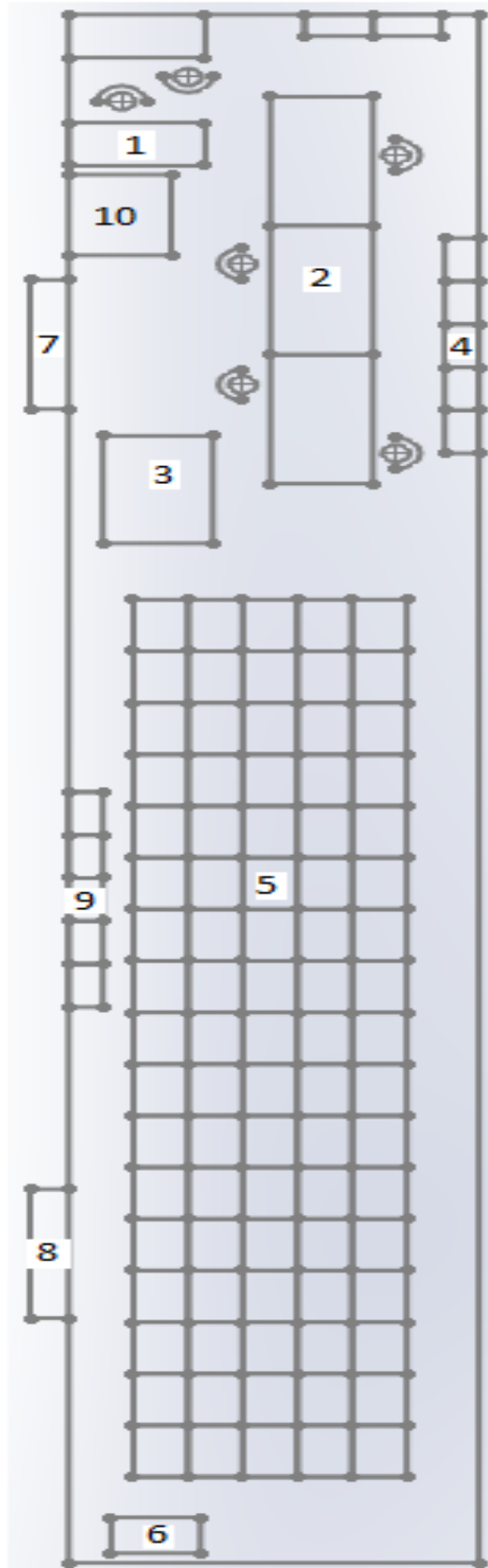
Por fim, é relevante indicar que a implementação de um sistema de gestão da manutenção é crucial para uma empresa como a Inoveplastika. Hoje em dia um departamento de manutenção e a sua correta gestão são fundamentais para o seu funcionamento. O sistema deverá permitir a gestão de *stock* de peças de substituição, a gestão de ordens de trabalho, a criação e a monitorização de um plano de manutenção preventiva integrado num sistema de planeamento da produção e calcular com exatidão os indicadores de manutenção, uma vez que os indicadores calculados estão ligados aos dados preenchidos pelos operadores.

Referências

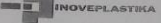
- 15341, NP EN. 2009. “Manutenção: Indicadores de Desempenho Da Manutenção (KPI),” 30.
- Arslankaya, Seher, and Hatice Atay. 2015. “Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 207. Elsevier B.V.:214–24. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.090>.
- Coimbra, Euclides. 2009. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. MCGRAW-HILL EDUCATION - EUROPE.
- Drira, Amine, Henri Pierreval, and Sonia Hajri-Gabouj. 2007. “Facility Layout Problems: A Survey.” *Annual Reviews in Control* 31 (2):255–67. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2007.04.001>.
- George, Michael L.; Rowlands, David; Price, Mark; Maxey, John. 2004. *Lean Six Sigma Pocket Toolbok*. 1sted. McGraw-Hill Professional.
- Goodship, V. 2004. *Practical Guide to Injection Moulding*. Rapra Technology Limited and Arburg Limited.
- <https://totalqualitymanagement.wordpress.com/2009/02/25/deming-cycle-the-wheel-of-continuous-improvement/>. n.d. “No Title.” Accessed December 27, 2017. <https://totalqualitymanagement.wordpress.com/2009/02/25/deming-cycle-the-wheel-of-continuous-improvement/>.
- https://www.alibaba.com/product-detail/plastic-injection-moulding-machine-with-price_60061594617.html. n.d. “No Title.” Accessed January 13, 2018. https://www.alibaba.com/product-detail/plastic-injection-moulding-machine-with-price_60061594617.html.
- Koster, René de, Tho Le-Duc, and Kees Jan Roodbergen. 2007. “Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review.” *European Journal of Operational Research* 182 (2). North-Holland:481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>.
- Lean Enterprise Institute. 2008. *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. Edited by Chet Marchwinski, John Shook, and Alexis Schroeder. Lean Enterprise Institute.
- Liker, J. 2003. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Business/ Management. Mcgraw-hill.
- Martins, Petrônio G., and Fernando P. Laugení. 2000. *Administração Da Produção*. Edited by Saraiva. 2ª edição.
- Micheali, Walter. 1996. *Training in Injection Molding*. *IEEE Electrical Insulation Magazine*. Vol. 12. <https://doi.org/10.1109/MEI.1996.537195>.
- Mobley, R Keith. 2002. “4 - Benefits of Predictive Maintenance BT - An Introduction to Predictive Maintenance (Second Edition).” In *Plant Engineering*, 23–42. Burlington: Butterworth-Heinemann.
- NP EN 13306. 2007. “Terminologia Da Manutenção,” 37.
- P. Womack, James, and Daniel Jones. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create*

- Wealth in Your Corporation. Journal of the Operational Research Society*. Vol. 48. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>.
- Palmer, Richard D. 2004. *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. The McGraw-Hill Companies. <https://doi.org/10.1036/0071457666>.
- Rich, Nick, Nicola Bateman, Ann Esain, Lynn Massey, and Donna Samuel. 2006. *Lean Evolution: Lessons from the Workplace*. *Lean Evolution: Lessons from the Workplace*. Vol. 9780521843. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541223>.
- Rouwenhorst, B., B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. J. Mantel, W.H.M. H M Zijm, G.J. J. Van Houtum, et al. 2000. "Warehouse Design and Control: Framework and Literature Review." *European Journal of Operational Research* 122 (3):515–33. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X).
- Tajiri, Masaji, and Fumio Gotoh. 1992. *TPM Implementation, a Japanese Approach*. McGraw-Hill, Inc.
- Tompkins, J A, and J D Smith. 1998. *The Warehouse Management Handbook*. Tompkins Press.
- Wireman, Terry. 2005. *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*.

ANEXO A: Layout inicial do departamento de manutenção



ANEXO B: Checklist de manutenção moldes


CHECKLIST MANUTENÇÃO MOLDES

CÓDIGO MOLDE: _____ CÓDIGO PEÇA: _____ DESIGNAÇÃO PEÇA: _____

ACTIVIDADE

☐ 1. Manutenção antes de produção
 ☐ 4. Manutenção Preventiva (Plano de Manutenção Preventiva)

☐ 2. Manutenção após produção
 ☐ 5. Manutenção em Produção

☐ 3. Manutenção Correctiva. Ficha de Intervenção N.º _____
 ☐ 6. Injeções _____ Acumulado _____

DATAS

Início: ____/____/____ Fim: ____/____/____ Tempo Gasto: ____:____

TAREFAS

	OK	NOK	NA	ANOMALIA N.º
1. Limpeza de antioxidante				
2. Limpeza extracção				
3. Limpeza guias / gavetas / escapes de ar				
4. Colocação de antioxidante				
5. Troca de elementos				
6. Verificação de datadores				
7. Limpeza do circuito de refrigeração				
8. Lubrificação				
9. Mossas na linha de fecho				
10. Mossas em postigos, pinos partidos / empenados				
11. Situação dos extratores				
12. Deslize das gavetas				
13. Deslize da extracção				
14. Folgas				
15. Fecho do molde				
16. Anti-erro (Micro Switch)				
17. Ligações canal quente / fugas de material no canal quente				
18. Mudança de O-Rings				
19. Verificação da correcta posição da numeração dos polos				
20. Verificação dos parafusos				
21. Outras (descrever):				

ANOMALIAS

N.º	ANOMALIA	AÇÕES TOMADAS	INTERVENÇÃO I / E	RUBRICA RESP.

Ação de Contenção: Sempre que for detetada uma Anomalia, o Dep. Produção e Qualidade deverão ser avisado, para posterior análise do stock.

MATERIAIS GASTOS

	QUANT.	UN.	CUSTO (€)

Rubrica: _____ Data: _____

VERIFICAÇÃO PELA PRODUÇÃO

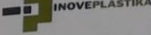
☐ APROVADO
 ☐ REJEITADO
 ☐ ACEITE SOB CONDIÇÃO

Comentários: _____

Rubrica: _____ Data: _____

Doc.090.03

ANEXO C: Ficha de intervenção



FICHA DE INTERVENÇÃO

N.º: _____

Nome: _____ Dep.: _____

Data: ____/____/____ Hora: ____:____

Equipamento a intervir: ☐ Molde ☐ Máquina N.º Injeções: _____

☐ Edifício ☐ Outro _____

Designação: _____

Código: _____

Marca: _____

Marca: _____

Modelo: _____

Número de Série: _____

Tipo Intervenção: ☐ Correctiva ☐ Preventiva ☐ Instalação Equipamento

☐ Preditiva ☐ Outra: _____

Código de urgência: ☐ Urgência 1 ☐ Urgência 2 ☐ Urgência 3

Descrição: _____

URGÊNCIA 1: Imediata

URGÊNCIA 2: Urgente até dia ____/____/____

URGÊNCIA 3: Sem prioridade definida

Recepção do pedido

Nome: _____

Data: ____/____/____ Hora: ____:____

Relatório de Serviço :

Manutenção

Custo da Intervenção

N.º Operador	Dia	Tempo	Materiais		Custo
			Descrição		
_____	____/____/____	____:____	_____	_____	€ _____
_____	____/____/____	____:____	_____	_____	€ _____
_____	____/____/____	____:____	_____	_____	€ _____
_____	____/____/____	____:____	_____	_____	€ _____
_____	____/____/____	____:____	_____	_____	€ _____

Tempo total de paragem do equipamento: _____ horas

Nome: _____ Data: ____/____/____ Hora: ____:____

VERIFICAÇÃO PELO REQUISITANTE

☐ APROVADO ☐ REJEITADO ☐ ACEITE SOB CONDIÇÃO

Comentários: _____

Rubrica: _____ Data: ____/____/____

VERIFICAÇÃO PELA QUALIDADE (aplicável para MOLDES)

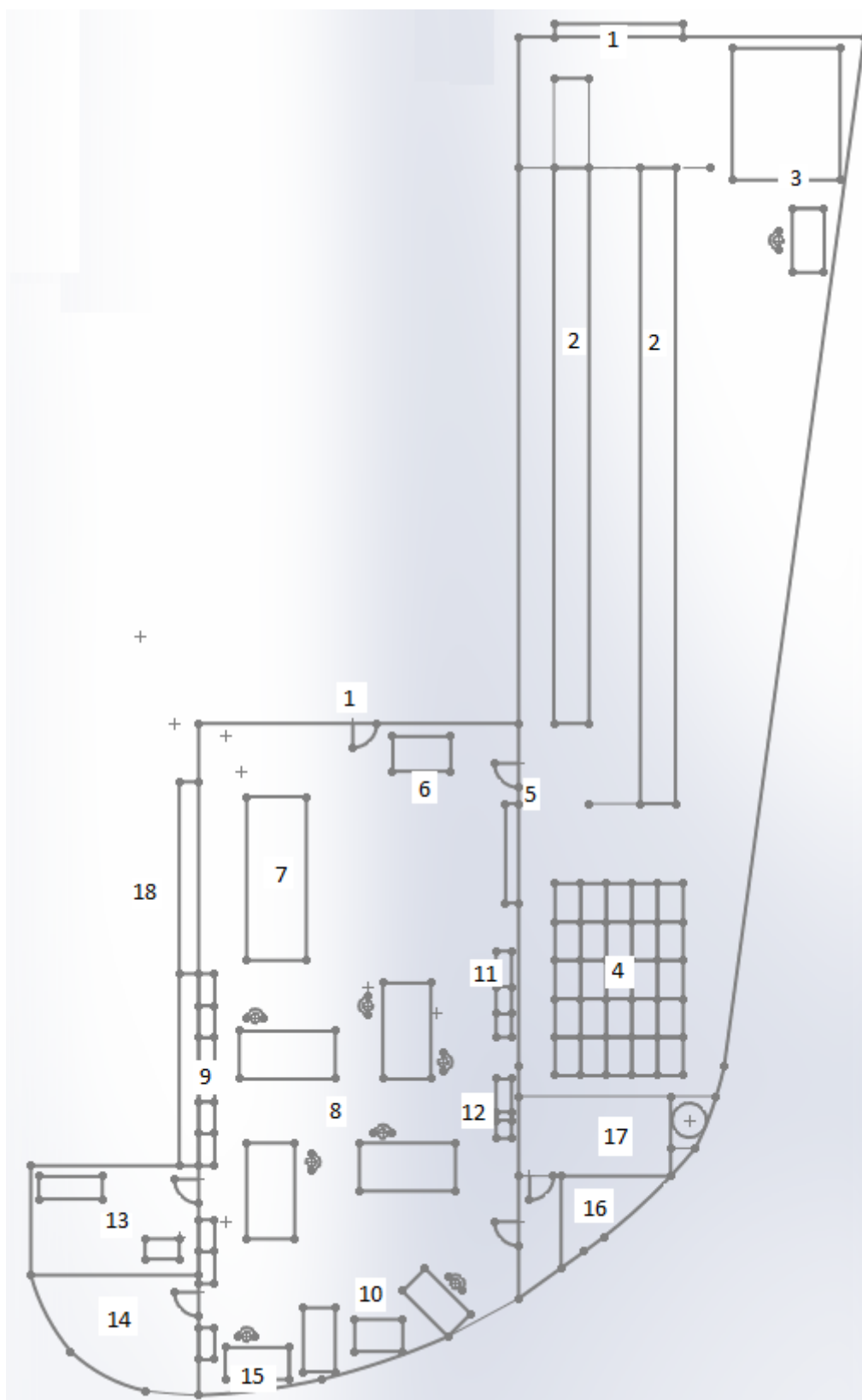
☐ APROVADO ☐ REJEITADO ☐ ACEITE SOB CONDIÇÃO

Comentários: _____

Rubrica: _____ Data: ____/____/____

Doc. 068.01

ANEXO D: Layout final



ANEXO E: Caderno de seguimento da manutenção dos meios de produção

**CADERNO DE SEGUIMENTO
DA MANUTENÇÃO
DOS MEIOS DE PRODUÇÃO**

N.º Molde / Equipamento _____

Cliente / Fornecedor _____

Modelo ⁽²⁾ _____

Código da peça ⁽¹⁾ _____

Designação da peça ⁽¹⁾ _____

Características do molde (sist. de injeção) ⁽¹⁾ _____

Nº de Cavidades ⁽¹⁾ _____

Ref. de outros equipamentos _____

Propriedade de _____

(1) Aplicável a Moldes e Ferramentas
(2) Aplicável a Máquinas e Periféricos

ANEXO F: Caderno de seguimento da manutenção dos meios de produção (seguimento vida do molde)

[illegible]